

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2002年3月28日 (28.03.2002)

PCT

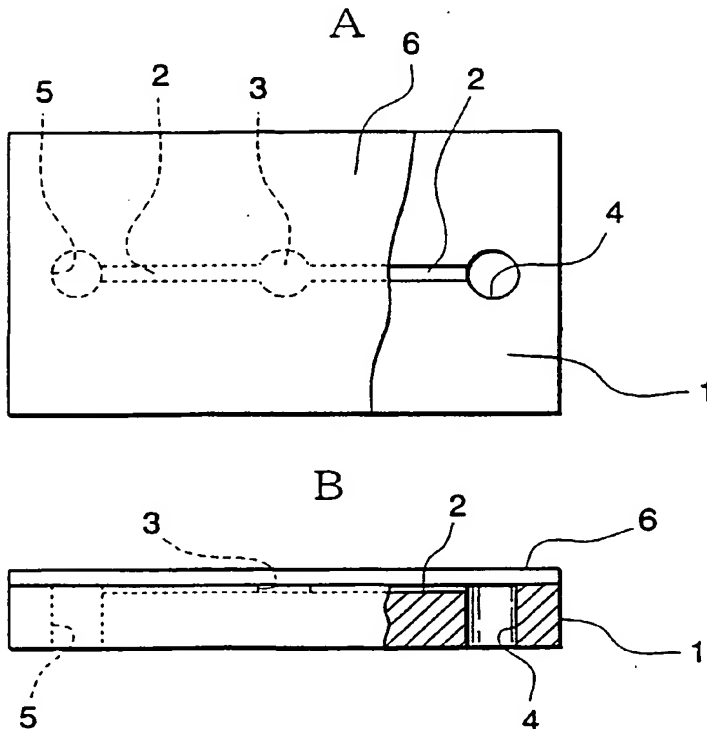
(10) 国際公開番号  
WO 02/24320 A1

- (51) 国際特許分類: B01J 19/00, (72) 発明者; および  
4/00, C12M 1/00, G01N 31/20, 37/00 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 穴澤孝典  
(ANAZAWA, Takanori) [JP/JP]; 〒285-0817 千葉県佐  
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/01563 倉市大崎台4-35-5 Chiba (JP). 寺前敦司 (TERAMAE,  
(22) 国際出願日: 2001年3月1日 (01.03.2001) Atsushi) [JP/JP]; 〒289-1108 千葉県八街市雁丸11-67  
(25) 国際出願の言語: 日本語 Chiba (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 弁理士 志賀正武, 外 (SHIGA, Masatake et  
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, KR, US.  
特願2000-288504 2000年9月22日 (22.09.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 財団法人 川村理化学研究所 (KAWAMURA INSTITUTE OF DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).  
CHEMICAL RESEARCH) [JP/JP]; 〒285-0078 千葉県 添付公開書類:  
佐倉市坂戸631 Chiba (JP). — 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: VERY SMALL CHEMICAL DEVICE AND FLOW RATE ADJUSTING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法



(57) Abstract: A very small chemical device with a valve function, having high pressure-resistance and a flow channel cross-sectional area independent of liquid pressure, capable of suppressing adsorption of living body components, and easy to manufacture; and a flow rate adjusting method therefor. A member (A) having a groove in its surface has another member (B) bonded to the grooved surface thereof, and the groove of the member (A) cooperates with the member (B) to define a capillary flow channel having a width of 1-1000  $\mu\text{m}$  and a height of 1-1000  $\mu\text{m}$  on the bond surface between the members (A, B), the flow channel having a gap somewhere therein, the width of the gap being 0.5 100 times that of the capillary flow channel, the maximum height/maximum width ratio of the gap being 1 or less, either the member (A) or the member (B) being made of a soft material having a Young's modulus of from 0.1 Mpa to less than 700 Mpa at least in the portion opposed to the gap, the valve function being such that selectively pressing the gap from the outside of the member (A) and/or the member (B) allows the

volume of the gap to reversibly decrease.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

耐圧性が高く、流路断面積が液体圧力に依存せず、また、生体成分の吸着を抑制することが可能で、容易に生産できる、バルブ機能を有する微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法を提供する。表面に溝を有する部材（A）の溝が形成された面に、他の部材（B）が接着され、部材（A）の溝と部材（B）で部材（A）と部材（B）の接着面に幅 $1\sim 1000\mu\text{m}$ 、高さ $1\sim 1000\mu\text{m}$ の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の $0.5\sim 100$ 倍、該空隙部の最大高さ／最大幅の比が1以下であり、部材（A）と（B）のいずれか一方が少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率 $0.1\text{MPa}$ 以上 $700\text{MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、部材（A）及び／又は部材（B）の外側から空隙部を選択的に圧迫することによって空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する。

## 明 細 書

## 微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法

## 5 技術分野

本発明は、部材中に毛細管状の微小な流路と、そこを流れる流体の流量を制御するバルブとして機能する部分を有する微小ケミカルデバイスに関し、更に詳しくは、積層・接着された部材間に、毛細管状の流路とその途上に設けられた空隙部を有し、該空隙部を部材外から圧迫することにより流路の開閉や流体の流量調節が可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法に関する。

本発明の微小ケミカルデバイスは、化学、生化学などの微小反応デバイス（マイクロ・リアクター）；集積型DNA分析デバイス、微小電気泳動デバイス、微小クロマトグラフィーデバイスなどの微小分析デバイス、質量スペクトルや液体クロマトグラフィーなどの分析試料調製用微小デバイス、抽出、膜分離、透析などの物理化学的処理デバイスなどとして使用される。

## 背景技術

「サイエンス（SCIENCE）」誌（第288巻、113頁、2000年）には、シリコンゴムで形成された液体流路と、該流路とシリコンゴムの隔壁を隔てて形成された加圧用空隙部を有する微小ケミカルデバイスが記載されている。そして、加圧用空隙部に圧縮空気を導入し、シリコンゴム隔壁をたわめて流路側に押し出すことによって流路断面積を変化させ、液体の流量調節を行う方法が記載されている。

しかしながら、この微小ケミカルデバイスは剛性の低い柔軟素材で形成されているため、耐圧性が低く、また、液体の圧力変化によって流路断面積が変化し、流量が圧力に比例しないなどの不都合があった。更に、生化学物質の吸着が多く、用途がごく限定されることや、微細な構造を形成するのに長時間を要し、生産性が著しく低いという欠点もあった。

## 発明の開示

本発明が解決しようとする課題は、耐圧性が高く、流路断面積が液体圧力に依存せず、また、生体成分の吸着を抑制することが可能で、容易に生産できる、バルブ機能を有する微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法を提供することにある。

本発明者らは、上記課題を解決する方法について鋭意検討した結果、2つの部材の間に流路とその一部として空隙部が形成された微小ケミカルデバイスの該2つの部材の少なくとも一方、もしくは、積層された3つの部材の少なくとも一つを特定の引張り弾性率を有する柔軟な素材で形成し、部材外から空隙部を選択的に圧迫して、柔軟な部材の空隙部周辺部を変形させることにより、流路の開閉や流量調節が可能であること、また、該空隙部を選択的に圧迫する機構として、該空隙部に相対する部材外表面に凸状構造を設けることにより、流路の開閉や流量調節が容易に行えること、更に、これらの部材をエネルギー線硬化性樹脂組成物で形成し、これに両親媒性のエネルギー線硬化性化合物を含ませることにより、優れた部材間密着性を有し、生体成分に対して低吸着性の微小ケミカルデバイスを容易に生産できることを見出し、本発明を完成するに至った。

即ち、本発明は、

(1) 表面に溝を有する部材(A)の溝が形成された面に、他の部材(B)が接着され、部材(A)の溝と部材(B)で部材(A)と部材(B)の接着面に幅1~1000 $\mu$ m、高さ1~1000 $\mu$ mの毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の0.5~100倍、該空隙部の最大高さ/最大幅の比が1以下であり、部材(A)と(B)のいずれか一方が少なくとも空隙部に相対する部分において引張り弾性率0.1MPa以上700MPa未満である軟質素材で形成されており、部材(A)及び/又は部材(B)の外側から空隙部を選択的に圧迫することによって空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイスである。

更に本発明は、

(2) 部材(A)と(B)のいずれか一方が少なくとも空隙部に相対する部分に



において引張弾性率  $0.1 \text{ MPa}$  以上  $700 \text{ MPa}$  未満である軟質素材で形成されており、且つ、他方の部材が少なくとも空隙部周辺が引張弾性率  $700 \text{ MPa}$  以上の中硬質素材で形成されている (1) に記載の微小ケミカルデバイス、

(3) 部材 (A) と部材 (B) の少なくとも一方がシート状部材である (1) 又は (2) に記載の微小ケミカルデバイス、

(4) その外部から空隙部を圧迫する側の部材の、少なくとも空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が  $700 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$  の範囲にある中硬質素材で形成され、且つ厚みが  $0.5 \sim 500 \mu\text{m}$  の範囲にあるシート状の部材 (E) が積層された (1) ～ (3) のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

10 (5) 空隙部を圧迫する側の部材の空隙部に相対する位置に、凸状構造が設けられている、(1) ～ (4) のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(6) 凸状構造を有する部材 (H) が、空隙部を圧迫する側の部材の外側に積層され、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、(1) ～ (4) のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

15 (7) 凸状構造を有する部材 (H) が、凸状構造を有するシート状部材である (6) に記載の微小ケミカルデバイス、

(8) 凸状構造を有する部材 (H) が、凸状構造を部材 (B) と反対側に向けて部材 (B) 上もしくは部材 (E) 上に積層され、引張弾性率が  $10 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$  の範囲にある素材で形成されており、厚みが  $0.5 \sim 500 \mu\text{m}$  の範囲にあることを特徴とする (6) 又は (7) に記載の微小ケミカルデバイス、

20 (9) 凸状構造が、引張弾性率が  $700 \text{ MPa}$  以上である硬質素材で形成されている (5) ～ (8) のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(10) 引張弾性率が  $0.1 \sim 700 \text{ MPa}$  である軟質素材及び／又は引張弾性率が  $700 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$  である中硬質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である (1) ～ (9) のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、及び

(11) エネルギー線硬化性組成物が両親媒性のエネルギー線硬化性化合物を含む (10) に記載の微小ケミカルデバイスを含むものである。

また本発明は、

(12) 部材(B)と部材(C)が、流路となる欠損部を有する層状の部材(D)を挟持して互いに接着されることにより、部材(B)と部材(C)との間に、部材(D)を形成する素材の欠損部として、幅 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ 、高さ $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管状の流路の幅の $0.5 \sim 100$ 倍、最大高さ／最大幅の比が1以下である空隙部を有し、部材(B)(C)(D)のいずれか1つが、少なくとも空隙部に相対する部分〔但し、部材(D)に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が $0.1 \text{ MPa}$ 以上 $700 \text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且つ部材(B)(C)(D)のいずれか1つが $700 \text{ MPa}$ 以上の中硬質又は高硬質素材で形成されている、部材(B)側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイスである。

更に、本発明は、

(13) 部材(B)が、少なくとも空隙部に相対する部分が引張弾性率が $0.1 \text{ MPa}$ 以上 $700 \text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且つ空隙部に相対する部分の厚みの最小値が $10 \sim 3000 \mu\text{m}$ である(12)に記載の微小ケミカルデバイス、

(14) 部材(B)が、少なくとも空隙部に相対する部分が引張弾性率が $700 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$ の範囲にある中硬質素材で形成され、空隙部に相対する部分の厚みの最小値が $0.5 \sim 500 \mu\text{m}$ である(12)に記載の微小ケミカルデバイス、

(15) 部材(B)の少なくとも空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が $700 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$ の範囲にある中硬質素材で形成され、且つ厚みが $0.5 \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲にあるシート状の部材(E)が積層された(12)～(14)のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(16) 部材(B)の表面の、空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、(12)～(15)のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(17) 凸状構造を有する部材(H)が、部材(B)上もしくは部材(E)上に積層され、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている(12)～(15)のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(18) 凸状構造を有する部材(H)が、凸状構造を有するシート状部材である、  
(17)に記載の微小ケミカルデバイス、

(19) 凸状構造を有する部材(H)が、凸状構造を部材(B)の反対側に向けて部材(B)上もしくは部材(E)上に積層され、凸状構造が空隙部に相対する位置に合わせ部材(B)との位置関係が固定されており、引張弾性率が10MPa  
5 a~10GPaである素材で形成されており、厚みが0.5~500μmの範囲にある(16)に記載の微小ケミカルデバイス、

(20) 凸状構造が、引張弾性率が700MPa以上である硬質素材で形成されたものである(12)~(19)のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

10 (21) 引張弾性率が0.1MPa以上700MPa未満である軟質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である(12)~(20)のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイス、

(22) 引張弾性率が700MPa~10GPaの範囲にある中硬質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である(12)~(21)のいずれか一つに記載  
15 の微小ケミカルデバイス、及び

(23) エネルギー線硬化性組成物が両親媒性のエネルギー線硬化性化合物を含む(21)又は(22)に記載の微小ケミカルデバイスを含む。

更に本発明は、

(24) 表面に溝を有する部材(A)の溝が形成された面に、他の部材(B)が  
20 接着され、部材(A)の溝と部材(B)で部材(A)と部材(B)の接着面に幅1~1000μm、高さ1~1000μmの毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の0.5~100倍、該空隙部の最大高さ/最大幅の比が1以下であり、部材(A)と(B)のいずれもが少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率0.1MPa  
25 以上700MPa未満である軟質素材で形成されており、且部材(A)及び/又は部材(B)の表面の空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、該凸状構造が設けられた部材側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス、

(25) 表面に溝を有する部材(A)の溝が形成された面に、他の部材(B)が

接着され、部材（Ａ）の溝と部材（Ｂ）で部材（Ａ）と部材（Ｂ）の接着面に幅  
１～１０００μm、高さ１～１０００μmの毛細管状の流路が形成されており、  
該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の０．５～１０  
０倍、該空隙部の最大高さ／最大幅の比が１以下であり、部材（Ａ）と（Ｂ）の  
5 いずれもが少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率０．１MPa以  
上７００MPa未満である軟質素材で形成されており、且つ凸状構造を有する部  
材（Ｈ）が部材（Ａ）及び／又は部材（Ｂ）上、もしくは部材（Ｈ）が部材  
（Ａ）及び／又は部材（Ｂ）の外側に設けられた引張弾性率が７００MPa～１  
０GPaである中硬質素材で形成された、厚みが０．５～５００μmのシート状  
10 の部材（Ｅ）上に積層され、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、  
凸状構造を有する部材側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可  
能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス、

（２６）部材（Ｂ）と部材（Ｃ）が、流路となる欠損部を有する層状の部材  
（Ｄ）を挟持して互いに接着されることにより、部材（Ｂ）と部材（Ｃ）との間  
15 に、部材（Ｄ）を形成する素材の欠損部として、幅１～１０００μm、高さ１～  
１０００μmの毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管  
状の流路の幅の０．５～１００倍、最大高さ／最大幅の比が１以下である空隙部  
を有し、部材（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）のいずれもが、少なくとも空隙部に相対する部  
分〔但し、部材（Ｄ）に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が０．１MPa  
20 以上７００MPa未満である軟質素材で形成されており、且つ部材（Ｂ）の表面  
の空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、部材（Ｂ）側から空隙部が圧  
迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデ  
バイス、及び、

（２７）部材（Ｂ）と部材（Ｃ）が、流路となる欠損部を有する層状の部材  
25 （Ｄ）を挟持して互いに接着されることにより、部材（Ｂ）と部材（Ｃ）との間  
に、部材（Ｄ）を形成する素材の欠損部として、幅１～１０００μm、高さ１～  
１０００μmの毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管  
状の流路の幅の０．５～１００倍、最大高さ／最大幅の比が１以下である空隙部  
を有し、部材（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）のいずれもが、少なくとも空隙部に相対する部

分〔但し、部材（D）に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が0.1MPa以上700MPa未満である軟質素材で形成されており、且つ凸状構造を有する部材（H）が部材（B）上、もしくは部材（B）の外側に設けられた引張弾性率が700MPa～10GPaである中硬質素材で形成された、厚みが0.5～500μmのシート状の部材（E）上に積層され、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、部材（B）側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイスを含む。

また本発明は、

（28）上記の（1）～（27）のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイスの空隙部をその外部から選択的に圧迫することにより、微小ケミカルデバイス内の空隙部の容積を可逆的に減少せしめて、空隙部を通過する流体流量を調節する微小ケミカルデバイスの流量調節方法と、

（29）空隙部をその外部から選択的に圧迫することにより、空隙部を通過する流体流量をゼロにすることが出来る（27）に記載の微小ケミカルデバイスの流量調節方法とを含むものである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、実施例1で作製した微小ケミカルデバイスの部分断面平面図の模式図A、及び立面図の模式図Bである。

図2は、実施例1で用いたクランプ型の圧迫機構の見取り図である。

図3は、実施例16で作製した微小ケミカルデバイスの製造途中段階における部材（C）の、平面図の模式図である。

図4は、実施例16で作製した微小ケミカルデバイスの部分断面平面図の模式図である。

図5は、実施例10で作製した微小ケミカルデバイスの平面図の模式図A、及び立面図の模式図Bである。

図6は、実施例19及び20で作製した微小ケミカルデバイスの平面図の模式図A及び立面図の模式図Bである。

図7は、実施例5、24、25、26、及び27で使用した部材（H）の平面

図の模式図A、及び立面図の模式図Bである。

図8は、実施例24に於いて、部材(H)を[#19]及び[#20]に装着した微小ケミカルデバイス立面図の模式図である。

5 発明を実施するための最良の形態

本発明の微小ケミカルデバイスは、互いに接着された部材(A)と部材(B)から成り、これらの間に毛細管状の流路(以下、「毛細管状の流路」を単に「流路」と称する場合がある。)が形成されている。流路は、表面に溝を有する部材(A)の溝を有する面に、他の部材(B)が接着されることにより、溝と部材(B)で形成されており、流路は、部材(A)を下側にしたとき(以下、本発明の、部材(A)と部材(B)から成る微小ケミカルデバイスの「上下」や「高さ」は、この状態で表現する)、底面と側面が部材(A)、上面が部材(B)もしくは部材(B)に塗布された接着剤で構成されている。

流路は、上方、即ち部材(A)と部材(B)との接着面に垂直な方向から見て、幅は $1\mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上であり、また $1000\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $500\mu\text{m}$ 以下である。流路の高さは $1\mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上であり、また $1000\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $500\mu\text{m}$ 以下である。流路がこれらの寸法より小さい場合には製造が困難となる。また、流路がこれらの寸法より大きい場合には、本発明の効果が小さくなる傾向にあるので好ましくない。流路の幅／奥行き比は、用途、目的に応じて任意に設定できるが、一般には、 $0.5\sim 10$ が好ましく、 $0.7\sim 5$ が更に好ましい。流路の断面形状は、矩形(角が丸められた矩形を含む。以下同じ)、台形、円、半円形など任意である。なお、本発明においては、流路の幅とは、流路断面の最大幅をいう。流路の幅は一定である必要はない。

25 上方から見た流路の形状は、用途目的に応じて直線、分岐、櫛型、曲線、渦巻き、ジグザグ、その他任意の形状であってよい。流路は、流路の他、反応場、混合場、抽出場、分離場、流量測定部、検出部などとしても使用できるし、流路に接続して流路以外の構造、例えば、貯液槽、反応槽、膜分離機構、デバイス外へ接続口などが形成されていても良い。

部材（Ａ）に形成された溝はその周辺部より低い、いわゆる溝として形成されていても良いし、部材（Ａ）表面に立つ壁の間として形成されていても良い。部材（Ａ）の表面に溝を設ける方法は任意であり、例えば、射出成型、溶剤キャスト法、熔融レプリカ法、切削、フォトリソグラフィ（エネルギー線リソグラフィを含む）、エッチング法、蒸着法、気相重合法、溝となるべき部分を切り抜いたシート状部材と板状部材との接着などの方法を利用できる。部材（Ａ）は複数の素材で構成されていてもよく、例えば、溝の底と側面が異なる素材で形成されていても良い。部材（Ａ）には、溝以外の構造部分、例えば、貯液槽、反応槽、分析機構などとなる構造を設けることができる。

部材（Ａ）の形状は、特に限定する必要はなく、用途目的に応じた形状を採用する。部材（Ａ）の形状としては、例えば、シート状（フィルム、リボンなどを含む。以下同じ）、板状、塗膜状、棒状、チューブ状、その他複雑な形状の成型物などであり得るが、部材（Ｂ）と接着し易い点から、接着面が平面状の形状であることが好ましく、シート状、板状又は棒状であることが特に好ましい。部材

（Ａ）側からあつ派悪する場合美は、部材（Ａ）はシート状であることが特に好ましい。部材（Ａ）は支持体上に形成されたものであってもよい。支持体は、引張弾性率が 700 MPa を越える高硬質素材で形成されていることが好ましい。複数の微小ケミカルデバイスを部材（Ａ）上に形成することも可能であり、製造後、これらを切断して複数の微小ケミカルデバイスとすることも可能である。

部材（Ｂ）は、表面に溝を有する部材（Ａ）の溝が形成された面に接着し、部材（Ａ）の溝と部材（Ｂ）でもって毛細管状の流路を形成することが可能なものであれば、その形状、構造、表面状態などは任意である。これらについては、部材（Ａ）の場合と同様である。部材（Ｂ）は、その表面に溝が形成されている必要はないが、溝や溝以外の構造が形成されていても良い。例えば、部材（Ｂ）は、表面に溝が形成された部材（Ａ）の鏡像体であってもよいし、あるいは、部材（Ａ）に形成された溝と部材（Ｂ）に形成された溝が一部で重なり、連絡した流路となるものであっても良い。

表面に溝を有する部材（Ａ）と部材（Ｂ）の接着方法は、部材（Ａ）の表面の溝が毛細管状の流路として形成される方法であれば任意であり、溶剤型接着剤の

使用、無溶剤型接着剤の使用、熔融型接着剤の使用、部材（A）及び／又は部材（B）表面への溶剤塗布、熱や超音波による融着等を使用しうるが、無溶剤型の接着剤の使用が好ましい。無溶剤型接着剤としてエネルギー線硬化性組成物を用い、エネルギー線照射により硬化させて接着する方法が、微小なデバイスの精密な接着が可能であり、生産性も高いことから、好ましい。また、部材（A）及び  
5   ／又は部材（B）をエネルギー線硬化性組成物の半硬化物として形成し、これを他方の部材と密着させた状態で活性エネルギー線を更に照射して硬化させると同時に接着する方法も好ましい。

本発明に成る微小ケミカルデバイスは、流路の途上に空隙部を有する。即ち、  
10   空隙部は、そこが閉ざされると流路が遮断される位置に設けられる。部材（A）を下にして水平に置いた姿勢で表現し、空隙部の、流路方向に対して直角となる断面における高さと呼ぶをそれぞれ空隙部の高さ及び幅と称し、該空隙部の部材（A）と部材（B）との接着面と平行な面における流路方向の長さを空隙部の長さと呼ぶことにすると、空隙部の幅は、毛細管状の流路の幅の0.5倍以上、  
15   好ましくは0.7倍以上であり、100倍以下、好ましくは10倍以下、更に好ましくは3倍以下である。幅がこれより狭いと流路の圧力損失が増し、これより広いと、バルブ部の死容積が増すと同時に、バルブの開閉又は流量調節による液体の移動が大きくなり、好ましくない。

また、該空隙部は、最大の高さ／最大の幅の比が1以下である。最大の高さ／  
20   最大の幅の比が1を超えると、バルブ、即ち、該空隙部を完全に閉状態とすることが困難となる。空隙部の高さは、流路の高さと同じであることが、製造が容易であり好ましい。空隙部の長さは特に制限する必要はない。従って、空隙部は、上記寸法を満足すれば毛細管状の流路そのものであっても良い。空隙部が長い場合には、後述の圧迫部位が空隙部の一部であってよい。但し、空隙部の幅が毛細  
25   管状の流路の幅より大なる場合には、空隙部の最大の高さ／最大の幅の比は0.7以上であることが好ましい。この場合、空隙部の長さがこれより短いとバルブを完全に閉状態とすることが困難となる。空隙部は、幅が毛細管状の流路の幅と同じか、それより広く、かつ、高さが流路と同じか、それより浅いことが好ましい。



本発明の微小ケミカルデバイス中に存在する空隙部は複数であって良く、これにより、微小ケミカルデバイス中に複数のバルブ機能を持たせることが出来る。

空隙部の形状は、空隙部の寸法が上記の範囲内であれば任意であり、例えば、部材（A）と部材（B）の接着面に垂直方向から見た形状が円、楕円、多角形、  
5 矩形等であって良い。これらの中で、円又は矩形であることが、製造が容易であり全閉が容易であるため好ましい。また、部材（A）と部材（B）の接着面に平行方向から見た断面形状は、例えば矩形、円錐又は角錐、円又は楕円、半円などであって良いが、矩形であることが、製造が容易であるため好ましい。

本発明の微小ケミカルデバイスの実施の1形態は、部材（A）、部材（B）の  
10 いずれか一方の、空隙部に相對し、かつ空隙部に接する部分、即ち空隙部の底及び／又は天井となる部分（以下、「空隙部に相對する部分」と稱する）が、引張弾性率（引張弾性率が測定困難な素材については曲げ弾性率で代用する。）が0.1～700MPa、好ましくは1～400MPaである素材〔以下、このような素材を「軟質素材（s）」と稱する〕で形成されている〔以下、「空隙部に相對  
15 しかつ空隙部に接する部分が軟質素材（s）で形成されている部材」を「軟質素材（s）で形成された部材」と稱する〕。この値を超えると流量の調節が困難になったり、バルブ部分でデバイスの破壊が生じがちな。適当な引張弾性率の範囲は、空隙部の形状や、軟質素材（s）で形成された空隙部に相對する部分の厚さにも依存し、空隙部の高さが小であるほど、また空隙部に相對する部分の厚  
20 さが薄いほど比較的高い引張弾性率の素材を使用することが好ましい。引張弾性率の下限は、自己保持可能な固体であれば小さくても使用可能であるが、取扱の容易さの面から0.1MPa以上であり、好ましくは1MPa以上、更に好ましくは10MPa以上である。引張弾性率が低いほどバルブの全閉が容易であるが、強度や耐圧性が要求される場合や、軟質素材（s）で形成された部分の厚さを薄  
25 くする場合には、比較的高い引張弾性率の素材を使用することが好ましい。

軟質素材（s）で形成されている部分は、少なくとも空隙部に相對し、かつ空隙部に接する部分であるが、該部分を含むそれより広い部分が軟質素材で形成されていることも好ましく、部材（A）又は部材（B）の全体が軟質素材（s）で形成されていることが、製造が容易であり好ましい。

本発明に成る、部材（A）と部材（B）で形成された微小ケミカルデバイスに於いては、軟質素材（s）で形成された部材の他方の部材は、少なくとも空隙部に相対する部分が、引張弾性率が700MPa以上、10GPa未満、好ましくは1～5GPaであるである素材[以下、このような素材を「中硬質素材

- 5     (m)」と称する。]あるいは、引張弾性率が10GPaを越える素材[以下、このような素材を「高硬質素材(h)」と称する]で形成されている[以下、  
「少なくとも空隙部に相対する部分が中硬質素材(m)で形成された部材」を、単に「中硬質素材(m)で形成された部材」と称し、また「少なくとも空隙部に相対する部分が高硬質素材(h)で形成された部材」を、単に「高硬質素材
- 10     (h)で形成された部材」と称する。このような構造とすることで、デバイスの厚みを薄く押さえながら、高い耐圧性を付与でき、また、空隙部を圧迫して流量調節する方法の自由度が高くなる。なお、空隙部を圧迫する側の部材が軟質素材(s)である場合や中硬質素材(m)である場合があり得るが、これらの場合における各部材の好適な厚みなどに関しては、後述の好ましい形態の部分で述べる。
- 15     軟質素材(s)は、破断伸び率が、好ましくは5%以上、更に好ましくは10%以上のものである。特に、本発明におけるバルブ機構を繰り返し開閉する用途に供する場合には、この値を満足することが好ましい。但し、本発明のような形態で軟質素材(s)を変形させる使用方法においては、JIS(例えば、JIS K-7127)による引張試験で低い値を示す素材であっても破壊しにくく、
- 20     上記試験による破断伸び率以上の歪みを与えても破壊することなく使用可能である場合が多い。

本発明に用いる軟質素材(s)は、本発明の微小ケミカルデバイスに使用する液体を透過させず、本発明の微小ケミカルデバイスの使用に当たって破壊しない強度を有するものであれば任意である。軟質素材(s)は、有機高分子重合体

- 25     (以下、単に「重合体」と称する)であることが好ましい。重合体は、単独重合体であっても、共重合体であっても良く、また、熱可塑性重合体であっても、熱硬化性重合体であっても良い。生産性の面から、重合体は熱可塑性重合体又はエネルギー線硬化性組成物の硬化物であることが好ましい。

軟質素材(s)として使用できる重合体は任意であるが、好ましく使用できる

重合体として例えば、シリコンゴム、（置換）イソプレン型ゴム、（置換）ブタジエン型ゴム、ニトリルゴム、等のゴム類；ポリエチレン、変性ポリオレフィンの如きポリオレフィン系重合体；塩化ビニル、塩化ビニリデンの如き塩素含有重合体；酢酸ビニル系重合体；ポリウレタン系重合体；ポリアミド系重合体；ポリエステル系重合体；エポキシ樹脂；及びこれらの共重合体などが挙げられる。

重合体は、単独では規定の引張弾性率の範囲から外れるものであっても、可塑剤や他の重合体などとのブレンドや、共重合体とすることにより使用することができる。

軟質素材（s）として使用できる重合体は、また、エネルギー線硬化性組成物の硬化物であることも好ましい。エネルギー線硬化性組成物は、必須成分としてエネルギー線硬化性化合物を含有するものであり、エネルギー線硬化性化合物単独でもよく、複数種のエネルギー線硬化性化合物の混合物でもよい。エネルギー線硬化性組成物は、強度を増すために架橋重合体となるものが好ましい。エネルギー線硬化性組成物の硬化物を架橋重合体とするためには、エネルギー線硬化性組成物中に、多官能のモノマー及び／又はオリゴマーを含有させることで実施できる。エネルギー線硬化性組成物は、引張弾性率の調節や接着性の改良などを目的として、単官能のモノマー及び／又はオリゴマーの混合物とすることも好ましい。

エネルギー線硬化性組成物を構成するエネルギー線硬化性化合物は、ラジカル重合性、アニオン重合性、カチオン重合性等任意のものであってよい。エネルギー線硬化性化合物は、重合開始剤の非存在下で重合するものに限らず、重合開始剤の存在下でのみエネルギー線により重合するものも使用することができる。そのようなエネルギー線硬化性化合物としては、重合性の炭素－炭素二重結合を有するものが好ましく、中でも、反応性の高い（メタ）アクリル系化合物やビニルエーテル類が好ましく、特に分子中に2つ以上の（メタ）アクリロイル基を有する化合物や、光重合開始剤の非存在下でも硬化するマレイミド系化合物が好ましい。

エネルギー線硬化性化合物として好ましく使用することができる架橋重合性の（メタ）アクリル系モノマーとしては、例えば、ジエチレングリコールジ（メ

タ) アクリレート、ネオペンチルグリコールジ (メタ) アクリレート、1, 6-ヘキサンジオールジ (メタ) アクリレート、1, 8-オクタンジオールジ (メタ) アクリレート、2, 2'-ビス (4- (メタ) アクリロイルオキシポリエチレンオキシフェニル) プロパン、2, 2'-ビス (4- (メタ) アクリロイルオキシポリプロピレンオキシフェニル) プロパン、ヒドロキシジピバリン酸ネオペンチルグリコールジ (メタ) アクリレート、ジシクロペンタニルジアクリレート、ビス (アクロキシエチル) ヒドロキシエチルイソシアヌレート、N-メチレンビスアクリルアミドの如き 2 官能モノマー; トリメチロールプロパントリ (メタ) アクリレート、トリメチロールエタントリ (メタ) アクリレート、トリス (アクロキシエチル) イソシアヌレート、カプロラクトン変性トリス (アクロキシエチル) イソシアヌレートの如き 3 官能モノマー; ペンタエリスリトールテトラ (メタ) アクリレートの如き 4 官能モノマー; ジペンタエリスリトールヘキサ (メタ) アクリレートの如き 6 官能モノマー、などが挙げられる。

また、エネルギー線硬化性化合物として、重合性オリゴマー (プレポリマーと呼ばれる) を用いることもでき、例えば、重量平均分子量が 500~5000 のものが挙げられる。そのような重合性オリゴマーとしては、例えば、エポキシ樹脂の (メタ) アクリル酸エステル、ポリエーテル樹脂の (メタ) アクリル酸エステル、ポリブタジエン樹脂の (メタ) アクリル酸エステル、分子末端に (メタ) アクリロイル基を有するポリウレタン樹脂、などが挙げられる。

マレイミド系の架橋重合性のエネルギー線硬化性化合物としては、例えば、4, 4'-メチレンビス (N-フェニルマレイミド)、2, 3-ビス (2, 4, 5-トリメチル-3-チエニル) マレイミド、1, 2-ビスマレイミドエタン、1, 6-ビスマレイミドヘキサン、トリエチレングリコールビスマレイミド、N, N'-m-フェニレンジマレイミド、m-トリレンジマレイミド、N, N'-1, 4-フェニレンジマレイミド、N, N'-ジフェニルメタンジマレイミド、N, N'-ジフェニルエーテルジマレイミド、N, N'-ジフェニルスルホンジマレイミド、1, 4-ビス (マレイミドエチル) -1, 4-ジアゾニアビスクロ-[2, 2, 2] オクタンジクロリド、4, 4'-イソプロピリデンジフェニル=ジシアナート・N, N'-(メチレンジ-p-フェニレン) ジマレイミドの如き

2 官能マレイミド；N-（9-アクリジニル）マレイミドの如きマレイミド基とマレイミド基以外の重合性官能基とを有するマレイミド、などが挙げられる。

マレイミド系の架橋重合性オリゴマーとしては、例えば、ポリテトラメチレングリコールマレイミドカプリエート、ポリテトラメチレングリコールマレイミド  
5 アセテートの如きポリテトラメチレングリコールマレイミドアルキレート、などが挙げられる。

マレイミド系のモノマーやオリゴマーは、これら同士、及び／又はビニルモノマー、ビニルエーテル類、アクリル系モノマーの如き重合性炭素・炭素二重結合を有する化合物と共重合させることもできる。

10 これらの化合物は、単独で用いることもでき、2種類以上を混合して用いることもできる。上に例示した化合物の中に、単独ではその硬化物が指定の引張弾性率の範囲から外れるものもあるが、他の共重合性化合物、例えば単官能（メタ）アクリル系モノマーなどの単官能モノマーや、可塑剤などの非反応性化合物を混合使用することにより、それらを使用することができる。

15 エネルギー線硬化性組成物は、エネルギー線硬化性組成物の主要構成要素であるエネルギー線硬化性化合物と共重合可能な両親媒性重合性化合物を含有することが好ましい。両親媒性化合物を含有することで、その硬化物を水に膨潤しにくくかつ親水性で、生化学物質に対して低吸着性の表面を形成することが可能となる。両親媒性重合性化合物は、分子内に親水基と疎水基の両者を含有し、活性エ  
20 ネルギー線の照射により、エネルギー線硬化性組成物に含有されるエネルギー線硬化性化合物と共重合することが可能な重合性官能基を有するものである。エネルギー線硬化性化合物が1分子中に2個以上の重合性炭素-炭素不飽和結合を有する化合物である場合には、両親媒性重合性化合物は、1分子中に1個以上の重合性炭素-炭素不飽和結合を有する化合物であることが好ましい。両親媒性重合  
25 性化合物は架橋重合体となるものである必要はないが、架橋重合体となる化合物であってもよい。

両親媒性重合性化合物はまた、エネルギー線硬化性化合物と均一に相溶するものである。この場合の相溶とは、巨視的に相分離しないことを言い、ミセルを形成して安定的に分散している状態も含まれる。

両親媒性重合性化合物は、分子中に親水基と疎水基を有し、水、疎水性溶媒の両者とそれぞれ相溶する化合物である。この場合に於いても、相溶とは巨視的に相分離しないことを言い、ミセルを形成して安定的に分散している状態も含まれる。両親媒性重合性化合物は、0℃において、水に対する溶解度が0.5重量%以上で、且つ25℃のシクロヘキサン：トルエン＝5：1（重量比）混合溶媒に対する溶解度が25重量%以上であることが好ましい。

ここで言う溶解度は、例えば、溶解度が0.5重量%以上であるとは、少なくとも0.5重量%の化合物が溶解可能であることを言うのであって、0.5重量%の化合物は溶媒に溶解しないものの、該化合物中にごくわずかの溶媒が溶解可能であるものは含まない。水に対する溶解度、あるいはシクロヘキサン：トルエン＝5：1（重量比）混合溶媒に対する溶解度の少なくとも一方がこれらの値より低い化合物を使用すると、高い表面親水性と耐水性の両者を満足することが困難となる。

両親媒性重合性化合物は、ノニオン性親水基、特にポリエーテル系の親水基を有する場合には、親水性と疎水性のバランスが、グリフィンのHLB（エイチ・エル・ビー）値にして11～16の範囲にあるものが好ましく、11～15の範囲にあるものが更に好ましい。この範囲外では、高い親水性と耐水性に優れた成形物を得ることが困難であるか、それを得るための化合物の組み合わせや混合比が極めて限定されたものとなり、成形物の性能が不安定となりがちである。

両親媒性重合性化合物が有する親水基は任意であり、例えば、アミノ基、四級アンモニウム基、フォスフォニウム基の如きカチオン基；スルホン基、燐酸基、カルボニル基の如きアニオン基；水酸基、ポリエチレングリコール基、アミド基の如きノニオン基；アミノ酸基の如き両性イオン基であってよい。両親媒性重合性化合物は、親水基として、好ましくはポリエーテル基、特に好ましくは繰り返し数6～20のポリエチレングリコール鎖を有する化合物である。

両親媒性重合性化合物の疎水基としては、例えば、アルキル基、アルキレン基、アルキルフェニル基、長鎖アルコキシ基、フッ素置換アルキル基、シロキサン基などが挙げられる。

両親媒性重合性化合物は、疎水基として炭素数6～20のアルキル基又はアル

キレン基を有する化合物であることが好ましい。炭素数6～20のアルキル基又はアルキレン基は、例えば、アルキルフェニル基、アルキルフェノキシ基、アルコキシ基、フェニルアルキル基、などの形で含有されていてもよい。

5 両親媒性重合性化合物は、親水基として繰り返し数6～20のポリエチレングリコール鎖を有し、且つ、疎水基として炭素原子数6～20のアルキル基又はアルキレン基を有する化合物であることが好ましい。

これらの両親媒性重合性化合物の中でも、ノニルフェノキシポリエチレングリコール ( $n=8\sim 17$ ) (メタ) アクリレート、ノニルフェノキシポリプロピレングリコール ( $n=8\sim 17$ ) (メタ) アクリレートが特に好ましい。

10 エネルギー線硬化性化合物と両親媒性重合性化合物の好ましい割合は、エネルギー線硬化性化合物及び両親媒性重合性化合物の種類や組み合わせによって異なるが、その他のエネルギー線硬化性化合物1重量部に対して、両親媒性重合性化合物0.1重量部以上であることが好ましく、0.2重量部以上であることが更に好ましい。この値未満であると、高い親水性の表面を形成することが困難とな

15 る。

また、両親媒性重合性化合物の割合は、その他のエネルギー線硬化性化合物1重量部に対して、5重量部以下であることが好ましく、3重量部以下であることが更に好ましい。エネルギー線硬化性化合物1重量部に対する両親媒性重合性化合物の割合が5重量部よりも多い場合、水に対して膨潤性となりがちであり、接

20 液部を構成する重合体がゲル化するものに成りがちである。

エネルギー線硬化性化合物と両親媒性重合性化合物の混合比を適宜選択することにより、湿潤状態でゲル化せず、かつ高親水性・低吸着性を示す硬化物を製造することが出来る。両親媒性重合性化合物の親水性が相対的に強いほど、例えばグリフィンのHLB値が大きなものほど、好ましい添加量は少なくなる。

25 エネルギー線硬化性組成物には、必要に応じて、光重合開始剤を添加することもできる。光重合開始剤は、使用するエネルギー線に対して活性であり、エネルギー線硬化性化合物を重合させることが可能なものであれば、特に制限はなく、例えば、ラジカル重合開始剤、アニオン重合開始剤、カチオン重合開始剤であって良い。光重合開始剤は、マレイミド化合物であって良い。

混合使用できる単官能マレイミド系モノマーとしては、例えば、N-メチルマレイミド、N-エチルマレイミド、N-ブチルマレイミド、N-ドデシルマレイミド、の如きN-アルキルマレイミド；N-シクロヘキシルマレイミドの如きN-脂環族マレイミド；N-ベンジルマレイミド；N-フェニルマレイミド、N-  
5 (アルキルフェニル) マレイミド、N-ジアルコキシフェニルマレイミド、N-  
(2-クロロフェニル) マレイミド、2, 3-ジクロロ-N-(2, 6-ジエチルフェニル) マレイミド、2, 3-ジクロロ-N-(2-エチル-6-メチルフェニル) マレイミドの如きN-(置換又は非置換フェニル) マレイミド；N-ベン  
10 ジル-2, 3-ジクロロマレイミド、N-(4'-フルオロフェニル)-2, 3-ジクロロマレイミドの如きハロゲンを含むマレイミド；ヒドロキシフェニルマレイミドの如き水酸基を含むマレイミド；N-(4-カルボキシ-3-ヒドロキシフェニル) マレイミドの如きカルボキシ基を含むマレイミド；N-メ  
トキシフェニルマレイミドの如きアルコキシ基を含むマレイミド；N-[3-(ジエチルアミノ) プロピル] マレイミドの如きアミノ基を含むマレイミド；  
15 N-(1-ピレニル) マレイミドの如き多環芳香族マレイミド；N-(ジメチルアミノ-4-メチル-3-クマリニル) マレイミド、N-(4-アニリノ-1-ナフチル) マレイミドの如き複素環を含むマレイミド、などが挙げられる。

エネルギー線としては、紫外線、可視光線、赤外線を含む光線；エックス線、ガンマ線の如き電離放射線；電子線、イオンビーム、ベータ線、重粒子線の如き  
20 粒子線が挙げられる。

また、軟質素材(s)は、ポリマーブレンドやポリマーアロイであっても良いし、発泡体、積層体、その他の複合体であっても良い。また、軟質素材(s)は改質剤、着色剤など、その他の成分を含有していても良い。

軟質素材(s)に含有させることができる改質剤としては、例えば、アニオン系、カチオン系、ノニオン系などの界面活性剤、シリカゲルの如き無機粉末、ポリビニルピロリドンの如き親水性重合体などの親水化剤；ジオクチルフタレートなどの可塑剤などが挙げられる。軟質素材(s)に含有させることができる着色剤としては、例えば、任意の染料や顔料、蛍光性の染料や顔料、紫外線吸収剤が  
25 挙げられる。



中硬質素材 (m) は、700MPa 以上、10GPa 未満、好ましくは1GPa  
a ~ 5GPa の引張弾性率を有し、本発明の微小ケミカルデバイスの使用に当た  
って破壊しない強度を有するものであれば任意であるが、重合体であることが好  
ましい。中硬質素材 (m) として使用できる重合体は、単独重合体であっても、  
5 共重合体であっても良く、また、熱可塑性重合体であっても、熱硬化性重合体で  
あっても良い。生産性の面から、熱可塑性重合体又はエネルギー線硬化性組成物  
の硬化物であることが好ましい。

中硬質素材 (m) として使用できる重合体としては、例えば、ポリスチレン、  
ポリ- $\alpha$ -メチルスチレン、ポリスチレン/マレイン酸共重合体、ポリスチレン  
10 /アクリロニトリル共重合体の如きスチレン系重合体；ポリスルホン、ポリエー  
テルスルホンの如きポリスルホン系重合体；ポリメチルメタクリレート、ポリア  
クリロニトリルの如き (メタ) アクリル系重合体；ポリマレイミド系重合体；  
ビスフェノールA系ポリカーボネート、ビスフェノールF系ポリカーボネート、  
ビスフェノールZ系ポリカーボネートの如きポリカーボネート系重合体；ポリエ  
15 チレン、ポリプロピレン、ポリ-4-メチルペンテン-1の如きポリオレフィン  
系重合体；塩化ビニル、塩化ビニリデンの如き塩素含有重合体；酢酸セルロース、  
メチルセルロースの如きセルロース系重合体；ポリウレタン系重合体；ポリアミ  
ド系重合体；

ポリイミド系重合体；フッ素系重合体；ポリ-2, 6-ジメチルフェニレンオキ  
20 サイド、ポリフェニレンサルファイドの如きポリエーテル系又はポリチオエーテ  
ル系重合体；ポリエーテルエーテルケトンの如きポリエーテルケトン系重合体；  
ポリエチレンテレフタレート、ポリアリレートの如きポリエステル系重合体；エ  
ポキシ樹脂；ウレア樹脂；フェノール樹脂、などが挙げられる。これらの中でも、  
接着性が良好な点などから、スチレン系重合体、(メタ) アクリル系重合体、ポ  
25 リカーボネート系重合体、ポリスルホン系重合体、ポリエステル系重合体が好ま  
しい。

中硬質素材 (m) として使用できる重合体はまた、エネルギー線硬化性組成物  
の硬化物であることも好ましい。エネルギー線硬化性組成物は、必須成分として  
エネルギー線硬化性化合物を含有するものであり、エネルギー線硬化性化合物単

独でもよく、複数種のエネルギー線硬化性化合物の混合物でもよい。エネルギー線硬化性組成物は、強度や高度を増すために架橋重合体となるものが好ましい。エネルギー線硬化性組成物の硬化物を架橋重合体とするためには、エネルギー線硬化性組成物は多官能のモノマー及び／又はオリゴマーを含有することが必要であるが、その他に、単官能のモノマー及び／又はオリゴマーを混合することも可能である。エネルギー線硬化性化合物はエネルギー線重合開始剤の非存在下で硬化可能なものの他、エネルギー線重合開始剤の存在下でのみエネルギー線により重合するものも使用することができる。

エネルギー線硬化性化合物としては、重合性の炭素－炭素二重結合を有する物が好ましく、中でも、反応性の高い（メタ）アクリル系化合物やビニルエーテル類、また光重合開始剤の不存在下でも硬化するマレイミド系化合物が好ましい。中硬質素材（m）として使用できるエネルギー線硬化性化合物としては、本発明の軟質素材（s）に使用できるとして例示した化合物の中から、その硬化物が所定の引張り弾性率を示すものを選んで使用することが出来る。

高硬質素材（h）は10GPa以上の引張弾性率を有し、本発明の微小ケミカルデバイスの使用に当たって破壊しない強度を有するものであれば任意である。引張弾性率の上限は、自ずと限界はあろうが、高いことそれ自体による不都合はないため上限を設けることを要しない。高硬質素材（h）としては、例えば、重合体、ガラス、石英の如き結晶、炭素、セラミック、シリコンの如き半導体、金属などが使用できるが、これらの中でも、易成形性、高生産性、低価格などの点から重合体が特に好ましい。高硬質素材（h）として使用できる重合体については、引張弾性率が10GPaを超えても良いこと以外は、中硬質素材（m）の場合と同様である。

本発明の微小ケミカルデバイスの空隙部を選択的に圧迫する圧迫機構としては、微小ケミカルデバイスの空隙部を選択的に圧迫する構造体が微小ケミカルデバイスに固定されていても良いし、デバイス本体と分離したものであっても良い。圧迫機構はその先端が上記した圧迫する範囲の寸法である任意の圧迫する為の機構であり、例えば、おもり、バネ式やネジ式のクランプ；本微小ケミカルデバイスに固定されたネジやバネ；モーター、電磁石、圧空等によるアクチュエーター等

であり得る。

これらの中で、開閉バルブとして使用する場合には、バネ式クランプが簡便であり、流量調節バルブとして使用する場合には、微小ケミカルデバイスに固定された他の部材に設けられた調節ネジが好適である。ネジが設けられる部材は、その寸法、形状は任意であり、例えば、軟質素材（s）で形成された部分を有する部材全体を覆う構造であっても良いし、圧迫すべき部分のみに固定されたものであっても良い。該部材の素材も任意であり、例えば高硬質素材（h）が使用できる。本微小ケミカルデバイスが自動合成装置のような複雑なバルブ切り替えを行う用途に使用される場合には、圧迫機構はアクチュエーターであることが好ましい。アクチュエーターはシーケンサーやコンピューター制御により駆動されるものであることも好ましい。

部材（A）と部材（B）で構成された微小ケミカルデバイスは、空隙部を圧迫する側の部材の空隙部に相対する位置に、凸状構造が設けられていることも好ましい。凸状構造を設けることで、凸状構造を含む広い範囲を圧迫するだけで、空隙部に相対する部分を選択的に圧迫することが可能となる。即ち、微少な空隙部を選択的に圧迫する困難さから解放される。

部材（A）と部材（B）で構成された微小ケミカルデバイスはまた、凸状構造を有する部材（H）が、空隙部を圧迫する側の部材の外側に積層され、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されていることも好ましい。凸状構造を有する部材（H）は、凸状構造を有するシート状部材であることが更に好ましい。この場合も、上記と同様の効果が得られる。

また、部材（A）と部材（B）で構成された微小ケミカルデバイスは、凸状構造を有する部材（H）が、凸状構造を軟質素材（s）で形成された部材と反対側に向けて該部材上もしくは部材（E）上に積層され、引張弾性率が10MPa～10GPaの範囲にある素材で形成されており、厚みが0.5～500μmの範囲にあるものであることも好ましい。これについても上記と同様の効果が得られる。更に上記に於いて、凸状構造が、引張弾性率が700MPa以上である硬質素材で形成されていることが好ましい。これらについての詳細に関しては、本発明の好ましい形態の中で述べる。

本発明の微小ケミカルデバイスが凸状構造を有するものである場合や、部材（H）が固定されているものである場合には、それを押す機構の駆動面の形状や寸法は特に限定されない。微小ケミカルデバイスが複数の空隙部を有し、対応する複数の凸状構造を有する場合には、他の凸状構造を不必要に圧迫しないことが必要であるが、それ以外の場合には、部材の広い範囲、場合によっては部材全体を圧迫しても、凸状構造が設けられた部分のみが変形し、バルブの開閉や流量調節が行われる。凸状構造を押す駆動機構も任意であり、その駆動面は平面であって良いこと以外は、上記の圧迫機構と同様の機構が使用できる。例えば、おもり、バネ式やネジ式のクランプ；本微小ケミカルデバイスに固定されたネジやバネ；  
5 モーター、電磁石、圧空等によるアクチュエーター等であり得る。これらの凸状構造を押す機構についても、好ましい機構は、上記の圧迫機構の場合と同様のことが言える。

本発明の微小ケミカルデバイスは、このような圧迫機構によって開閉或いは流量調節を行うべく形成するため、先行文献に示された圧空により直接駆動する方式に比べて、引張弾性率の高い素材の使用が可能となり、また、部材の厚みを厚くすることが可能となるため、耐圧性の高い微小ケミカルデバイスを得ることが出来る。

以下、部材（A）と部材（B）で構成された本発明になる微小ケミカルデバイスの形態について述べる。

20 本発明の好ましい第一の態様は、部材（A）又は部材（B）の軟質素材（s）で形成された部材側から圧迫すべく構成されている。軟質素材（s）で形成された部材（A）又は部材（B）の、空隙部に相対する部分の厚みは、厚みに変動がある場合にはその最も薄い部分において、 $10\mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以上であり、 $3000\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $1000\mu\text{m}$ 以下であり、  
25 更に好ましくは $500\mu\text{m}$ 以下である。厚みが過小であると、耐圧性が低下したり、後述の圧迫により該部分の破壊が生じ易くなり、過大であると全閉が困難となる。但し、厚みの最適値は空隙部の高さにも依存し、空隙部の高さが大であるほど厚みも大なることが好ましい。

軟質素材（s）で形成された部材の、空隙部に相対する部分の厚みの最小値が

上記範囲にあれば、それ以外の部分の形状や寸法は任意であるが、該部材は軟質素材（s）からなるシート状であることが好ましい。

軟質素材（s）で形成された部材が部材（A）である場合には、部材（A）の厚みは、空隙部となる凹部の深さを差し引いた厚みが10～3000 $\mu$ mの範囲であることが好ましい。また、軟質素材（s）で形成されている部材が部材（B）である場合には、部材（B）はシート状であり、その厚みは、上記のような、空隙部に相対する部分の軟質素材（s）の厚みであることが好ましい。これらの中で、部材（B）が軟質素材（s）で形成されたシート状部材であることが、本発明の効果を発揮し易く、かつ製造が容易であるため好ましい。

軟質素材（s）で形成された空隙部に相対する部分を、その積層体全体の引張弾性率が0.1以上、700MPa未満であるような、異なる引張弾性率を有する複数の素材から成る積層体とすることも好ましい。この場合、空隙部に接する側を引張弾性率が0.1～200MPaの素材、その外側を、空隙部に接する側の素材より高く、かつ700MPa未満の引張弾性率を有する素材で形成することが好ましい。外側の素材は引張弾性率が100MPa以上、700MPa未満のものであることが更に好ましい。このような積層構造を採ることによって、バルブの全閉を容易にすると共に、圧迫部分を破壊しにくくすることが容易となり、更に、引張弾性率が0.1～10MPaであるような極軟質素材の使用が容易で、破断伸び率が5%未満であるような素材の使用が容易となり、更に部材の厚みを薄くすることが可能となる。このような積層構造を採る場合には、軟質素材（s）で形成された空隙部に相対する部分の厚みは、少なくとも空隙部に接する層の厚みが10～3000 $\mu$ mの範囲にあることが好ましく、積層体全体の厚みがこの厚み範囲にあることが更に好ましい。

本発明の好ましい1つの形態においては、軟質素材（s）で構成された空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が700MPa～10GPa、好ましくは1GPa～5GPaの範囲にある中硬質素材（m）で形成されたシート状の部材（E）を積層することも好ましい。引張弾性率が、この値を超えると、全閉が困難となったり、隣接するバルブ機構の一方のみの開閉が困難となる。積層は接着状態でも良いし、非接着状態であっても良い。この部材（E）の厚みは0.5 $\mu$

m以上、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以上であり、また、 $500\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $100\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下である。部材(E)は、引張弾性率と厚みの関係が、該シート状の構造体が曲げに対して柔軟性を示す範囲であることが好ましい。即ち、部材(E)を形成する素材の引張弾性率が高いほど厚みを薄くすることが好ましい。「引張弾性率 $\times$ 厚み」の値が、 $3\times 10^{-4}\sim 1\times 10^{-1}\text{MPa}\cdot\text{m}$ の範囲にあることが好ましく、 $3\times 10^{-3}\sim 1\times 10^{-2}\text{MPa}\cdot\text{m}$ の範囲にあることが更に好ましい。

部材(E)は厚みが均一なシート状であることが好ましい。該部材の厚みが過小であると、該層の破壊を招き易く、逆に該層の厚みが過大であると、全閉が困難となったり、隣接するバルブ機構の一方のみの開閉が困難となる。該層を構成する素材の引張弾性率が高いほど厚みは薄いことが好ましい。このような積層構造を設けることによって、引張弾性率が非常に小さい軟質素材(s)の使用が容易となるためバルブの全閉が容易になり、耐圧性が向上し、該部分の破壊強度が増し、更に、部材の厚みを薄くすることが可能となる。

軟質素材(s)で形成された部材が空隙部に相対する部分の表面に後述の凸状構造を有する場合には、部材(E)はその外側に接着又は非接着で積層されてよい。但し、この場合、該層の積層状態は、凸状構造の周辺に空間が残る形状に積層された構造であり、該層の外側から凸状構造付近を圧迫された場合に、凸状構造部分に選択的に力が掛かる構造であって、凸状構造が部材(E)に埋もれた構造であってはならない。

本発明の好ましい第一の態様に置いては、軟質素材(s)で形成された部材側から空隙部を選択的に圧迫する機構(圧迫機構)を有することも好ましい。

圧迫機構により圧迫する範囲は、空隙部に相対する部分であって、好ましくは空隙部の最大幅の0.5倍以上であり、更に好ましくは1倍以上であり、好ましくは30倍以下であり、更に好ましくは5倍以下である。圧迫部の寸法がこれより小さいと、部材の破壊が生じがちとなり、これより大きいと、目的とする流路以外の流路や他の構造との干渉が生じがちとなる。圧迫する範囲の流路方向の長さは、バルブが開閉を目的としたものである場合には、好ましくは空隙部の最大幅の0.5倍以上であり、更に好ましくは1倍以上である。この場合、長さの上

限は特に限定する必要はないが、空隙部の最大幅の10倍以下であることが、開閉が容易であり、かつ開閉によるバルブ部の容量変化が小となるため好ましい。バルブが流量調節を目的としたものである場合には、好ましくは空隙部の最大幅の0.5倍以上であり、更に好ましくは空隙部の最大幅の5倍以上である。長さの上限は特に限定する必要はなく、流路自体が空隙部であるような場合には、空隙部全体であってよい。圧迫部の長さを長くすることは、流量調節が容易となるため好ましい。いずれの場合にも、圧迫する範囲は、空隙部を覆う軟質素材(s)の厚みが厚いほど広くすることが好ましい。圧迫機構の先端部分の端は丸められていて良い。

部材が、空隙部に相対する部分若しくはその周辺部のみが軟質素材（m）で形成されている場合には、圧迫する範囲は軟質素材（s）で形成された部分内でありかつ上記範囲内である。

本発明の微小ケミカルデバイスの好ましい第一の態様に置いては、空隙部に相対する位置の、軟質素材（s）で形成された部材の外表面に凸状構造が設けられていることが好ましい。

凸状構造の最大高さは、好ましくは空隙部の高さの1倍以上であり、更に好ましくは1.5倍以上であり、好ましくは100倍以下であり、更に好ましくは10倍以下である。凸状構造の最大幅は、好ましくは空隙部の最大幅の0.5倍以上であり、更に好ましくは1倍以上であり、好ましくは30倍以下であり、更に好ましくは5倍以下である。凸状構造の流路方向の最大長さは、好ましくは空隙部の最大幅の0.5倍以上であり、更に好ましくは1倍以上である。凸状構造の流路方向の最大長さの上限は特に限定する必要はないが、バルブが開閉を目的としたものである場合には、空隙部の最大幅の10倍以下であることが、開閉が容易であり、かつ、開閉に伴うバルブ部の容量変化が小となるので好ましい。バルブが流量調節を目的としたものである場合には、空隙部の最大幅の5倍以上とすることが、調節が容易であり好ましい。凸状構造の寸法は、空隙部を覆う軟質素材(s)の厚みが厚いほど大きくすることが好ましい。

凸状構造の素材は任意であり、軟質素材（s）や高硬質素材（h）を使用できるが、空隙部を構成する素材として使用された軟質素材（s）以上の引張弾性率

を有する素材であることが、流路の開閉や流量制御が確実となり好ましく、引張弾性率が700MPa以上である高硬質素材(h)であることが更に好ましい。

凸状構造の製造方法は任意であり、例えば、部材(A)、部材(B)間に空隙部を形成した後に、空隙部に相対する位置の外側に凸状構造の素材を接着、かしめ、他のフィルムによるラミネートなどの方法により固定して形成する方法が挙げられる。あるいは、一体成形などによってあらかじめ凸状構造が形成された部材を使用したり、これらの部材の形成時に同時成形することもできる。

本発明の好ましい第一の態様のように、軟質素材(s)で形成された部材の空隙部に相対する部分の外側に凸状構造が形成されている場合には、空隙部に相対する部分の厚みや凸状構造の高さは、その周辺部より高い部分を凸状構造と見なして計算する。

凸状構造の形状は任意であり、例えば、円柱、角柱の如き柱状、円錐、角錐の如き錐形、台形、半球形、球形などでありうるが、半球形及びそれに近い形状が好ましい。圧迫機構を凸状構造とすることによって、①近接した流路の一方のみの開閉や流量調節が容易となる、②空隙部を圧迫する機構の正確な位置合わせが不要になる、③凸状構造を押す機構を平面状とすることができるため、バルブの稼働が容易かつ確実になる、といった効果が得られる。

本発明の好ましい第一の態様が、軟質素材(s)で形成された空隙部に相対する部分の外側に、中硬質素材(m)で形成されたシート状の部材(E)が積層されている場合には、空隙部に相対する位置の部材(E)に、凸状構造を設けることも好ましいが、この場合には、次項で述べる、凸状構造を有するシート状の部材(H)を積層した場合の、シート状構造体の引張弾性率が特定のものである場合と同一になる。

本発明の好ましい1つの態様に置いてはまた、部材(A)、部材(B)とは別の、空隙部に相対する部分に凸状構造が設けられた部材(H)を有し、該部材が、凸状構造を空隙部側にして、空隙部が軟質素材(s)で形成された部材の外側に非接着もしくは接着状態で重ねられ、該部材との相対位置が固定されたものであることも好ましい。部材(H)の形状は任意であるが、シート状又は板状であることが好ましく、軟質素材(s)で形成された部材の外表面全体を被う形状に積



層されていることが好ましい。部材(H)の硬度は任意であるが、中硬質素材(m)又は高硬質素材(h)で形成されていることが好ましい。該シート状構造体を空隙部を有する部材と重ねる際、その間に変形可能なシート等を挟持しても良い。

- 5 凸状構造の寸法、形状は、上記した、軟質素材(s)で形成された空隙部に相対する部分の外側に凸状構造の圧迫機構が形成された場合と同様である。凸状構造を有する構造体の硬度や厚みは任意である。高硬度で厚い構造体であっても良い。

- 10 部材(H)を設けることによって、上記した、軟質素材(s)で形成された空隙部に相対する部分の外側に凸状構造が形成された場合と同様の効果と同様の効果が得られる。

- 15 部材(H)はまた、部材(A)、部材(B)とは別の、空隙部に相対する部分に凸状構造が設けられたシート状の部材であって、該シート状の部材が、凸状構造を空隙部と反対側にして、空隙部が軟質素材(s)で形成された部材の外側に非接着もしくは接着状態で重ねられ、該部材との相対位置が固定されたものであることも好ましい。該シート状構造体は、軟質素材(s)で形成された部材の外表面全体を被う形状に積層されていることが好ましい。部材(H)を空隙部を有する部材と重ねる際、その間に変形可能なシート等を挟持しても良い。

- 20 凸状構造を空隙部と反対側にして固定されるシート状の部材(H)は、引張弾性率が10MPa～10GPa、好ましくは100MPa～5GPaである素材で形成される。また、厚みは0.5μm～500μmの範囲にあり、5μm～100μmの範囲にあることが好ましい。このような引張弾性率を持つ素材は、軟質素材(s)や中硬質素材(m)として例示したものの中から、所定の引張弾性率を有するものを選択して使用できる。

- 25 また、この場合には、該シート状の部材(H)は、引張弾性率と厚みの関係が、該シート状構造体が曲げに対して柔軟性を示す範囲であることが必要である。

「引張弾性率×厚み」の値が、 $3 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1}$  MPa・mの範囲にあることが好ましく、 $3 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$  MPa・mの範囲にあることが更に好ましい。

凸状構造の素材は、その引張弾性率がシート状構造体と同等以上であることが

好ましいこと以外は、上記した、軟質素材（s）で形成された空隙部に相対する部分の外側に凸状構造の圧迫機構が形成された場合と同様である。

凸状構造の寸法、形状は、上記した、軟質素材（s）で形成された空隙部に相対する部分の外側に凸状構造が形成された場合と同様である。

- 5 部材（H）設けることによって、上記した、軟質素材（s）で形成された空隙部に相対する部分の外側に凸状構造の圧迫機構が形成された場合と同様の効果と、軟質素材（s）で形成された空隙部を有する部分の外側に中硬質素材（m）で形成されたシート状の部材（E）を積層する効果が同時に得られる。

- 10 本発明の好ましい第二の態様は、①部材（A）又は部材（B）が、少なくとも空隙部に合い値する部分が軟質素材（s）で形成されていること、②軟質素材（s）で形成された部材の他方の部材が少なくとも空隙部周辺部が中硬質素材（m）で形勢されており、且つ該部材の空隙部に相対する部分の厚みが0.5～200 $\mu$ mの範囲にあること、及び、③圧迫機構により空隙部を圧迫する側が中硬質素材（m）で形成された部材側からであること、を特徴とし、それ以外は本
- 15 発明の好ましい第一の態様と同様である。即ち、本発明の好ましい第二の態様は、中硬質素材（m）で形成された部材を隔てた空隙部の圧迫により、該部材が空隙部寸法に比べて大きな曲率でたわみ、それにより空隙部付近の軟質素材（s）で形成された部材の空隙部周辺部が変形することによって空隙部の断面積が変化し、バルブとして機能する。軟質素材（s）、中硬質素材（m）、高硬質素材（h）
- 20 に関しては、本発明の第一の好ましい態様と同じである。

軟質素材（s）で形成された部材の形状や厚みは、空隙部に相対する部分の厚みの制約が無いこと以外は、本発明の好ましい第一の態様と同様である。しかし、空隙部に相対する部分の厚みは、10mm以下であることが好ましく、3mm以下であることが好ましい。

- 25 軟質素材（s）で形成された部材が軟質素材（s）以外の素材で形勢された部分を有するものである場合には、軟質素材（s）以外の素材は任意であり、これも、本発明の好ましい第一の態様の場合と同様である。

軟質素材（s）で形成された部材は、支持体上に形成されることも好ましい。支持体は中硬質素材（m）又は高硬質素材（h）で形成されていることが好まし

い。軟質素材（s）で形成された部材が支持体を有しない場合や、支持体を構成する素材の引張り弾性率が700MPa未満である場合には、硬度のある台の上で後述の圧迫機構により圧迫するか、或いは、圧迫機構として圧迫すべき部分を部材（A）側と部材（B）側から挟む形状のものを使用する必要があるが、軟質  
5 素材（s）で形成された部材が、中硬質素材（m）又は高硬質素材（h）で形成されることで、このような制約が無くなり、本微小ケミカルデバイスの使用場所の自由度が高くなる。

中硬質素材（m）で形成された部材は、これより引張弾性率が高い素材を使用すると流量の絞りや全閉が困難となったり、隣接するバルブ機構の一方のみの開  
10 閉が困難となる。適当な引張弾性率の範囲は、空隙部の形状や、部材（B）の中硬質素材（m）で構成された部分の厚さにも依存し、空隙部の高さが小であるほど、また該部分の厚さが薄いほど高い引張弾性率の素材を使用することができる。

中硬質素材（m）で形成された部材は、空隙部に相対する部分以外の部分については、他の素材で構成されていてもよい。この場合、空隙部に相対する部分以  
15 外の部分の素材は、好ましくは引張り弾性率が10GPaを越える素材である。このような素材で構成することにより、本発明の微小ケミカルデバイスの耐圧性を高くすることが出来る。

本発明の好ましい第二の態様に於いては、中硬質素材（m）で形成された部材は、その外表面を圧迫されることによりたわみつつ軟質素材（s）で形成された  
20 部材を変形させることによって空隙部の間隙を変化させ、バルブとしての機能を発揮する。

従って、中硬質素材（m）で形成された部材の引張弾性率の値が高く、厚みが厚いほど、中硬質素材（m）で構成された部分の面積を大きくする必要がある。中硬質素材（m）で形成された部材の全体が中硬質素材（m）で構成されている  
25 ことが、製造が容易であり好ましい。

中硬質素材（m）で形成された部材の、空隙部に相対する部分の厚み〔以下、単に「中硬質素材（m）で形成された部材の厚み」と称する。〕は0.5 $\mu$ m～200 $\mu$ m、好ましくは5 $\mu$ m～100 $\mu$ m、更に好ましくは5 $\mu$ m～50 $\mu$ mである。部材（B）は、厚みが均一なシート状であることが好ましい。

この厚みが過小であると、硬質素材 (m) で形成された部材の破壊を招き易く、逆にこの厚みが過大であると、全閉が困難となったり、隣接するバルブ機構の一方のみの開閉が困難となる。

使用する素材の引張弾性率が高いほど、硬質素材 (m) で形成された部材の厚みは薄いことが好ましい。部材 (B) の引張弾性率と厚みの関係は、「引張弾性率×厚み」の値が、 $3 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ MP a} \cdot \text{m}$  の範囲にあることが好ましく、 $3 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2} \text{ MP a} \cdot \text{m}$  の範囲にあることが更に好ましい。

圧迫する側の部材にこのような中硬質素材 (m) を使用し、厚みを上記の範囲の値とすることによって、隣接するバルブの一方のみの開閉が可能となり、耐圧性が向上し、該部分の破壊強度が増し、更に、微小ケミカルデバイスの厚みを薄くすることが可能となる。

中硬質素材 (m) で形成された部材は部材 (B) であることが、外部材の厚みの制御が容易であり、好ましい。

部材 (A) と部材 (B) を接着する方法は、本発明の好ましい第一の態様の場合と同様である。

本発明の好ましい第二の態様に於ける圧迫機構、凸状構造、及び部材 (H) については、本発明の好ましい第一の態様の場合と同様である。但し、第一の態様は軟質素材で形成された部材側から空隙部を圧迫するのに対して、第二の態様においては、中硬質素材 (m) で形成された部材 (B) 側から圧迫する。なお、凸状構造が中硬質素材 (m) で形成された部材の上に形成されている場合には、空隙部に相対する部分の厚みは、凸状構造を除いた厚みとする。

本発明の微小ケミカルデバイスのもう一つのタイプは、部材 (B) と部材 (C) が、流路となる欠損部を有する層状の部材 (D) を挟持して互いに接着されることにより、部材 (B) と部材 (C) との間に、部材 (D) を形成する素材の欠損部として、毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、部材 (B) (C) (D) のいずれか1つが少なくとも空隙部に相対する部分 [但し、部材 (D) に関しては空隙部の周辺部] が軟質素材 (s) で形成されており、且つ部材 (B) (C) (D) のいずれか1つが少なくとも空隙部に相対する部分 [但し、部材 (D) に関しては空隙部の周辺部] が中硬質素材 (m) 又は

高硬質素材（h）で形成されておち、部材（B）側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイスである。

本発明のこの部材（B）（C）（D）から成る微小ケミカルデバイスは、部材（B）が、少なくとも空隙部に相対する部分〔但し、部材（D）に関しては空隙部の周辺部〕が軟質素材（s）で形成されており、且つ空隙部に相対する部分の厚みの最小値が $10 \sim 3000 \mu\text{m}$ であることが好ましい。あるいはまた、部材（B）が、少なくとも空隙部に相対する部分が中硬質素材（m）で形成され、空隙部に相対する部分の厚みの最小値が $0.5 \sim 500 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

10 本発明のこの部材（B）（C）（D）から成る微小ケミカルデバイスは、部材（C）を下に、部材（B）を上にした時（以下、本タイプの微小ケミカルデバイス及び、第三、の第四、第五の態様に関して、この状態で上下や高さを表現する）、流路は、底面が部材（C）、側面が部材（D）、上面が部材（B）で構成されている。流路の寸法、形状は本発明に成る第一微小ケミカルデバイスを同様である。

空隙部は、流路と同様に、部材（D）の欠損部が部材（C）と部材（B）で挟持されて形成されている。空隙部の位置、寸法、形状に関しても、本発明の部材（A）と部材（B）から成る微小ケミカルデバイスと同様である。

部材（C）の外形は任意であり、例えば、表面に溝が設けられている必要がないこと以外は、本発明の部材（A）と部材（B）から成る微小ケミカルデバイスに於ける部材（A）と同様の形状であり得る。部材（C）は、その表面に溝が形成されている必要はないが、溝や溝以外の構造が形成されていても良い。例えば、部材（C）は、溝を有し、該溝が部材（D）の欠損部に連絡した流路となるものであってもよい。

25 部材（C）は、表面に垂直な方向から見て複数の素材で形成された部分を有していても良いし、側面方向から見て複数の層で構成されていてもよい。

部材（B）に関しては、部材（A）とではなく部材（D）と積層接着されること以外は、本発明の部材（A）と部材（B）から成る微小ケミカルデバイスの、「部材（A）」を「部材（C）と部材（D）の積層体」と読み替えた場合と同様

である。部材（B）は、表面に溝が形成されている必要はないが、溝や溝以外の構造が形成されていても良い。例えば、部材（B）は、溝を有し、該溝が部材（D）の欠損部に連絡した流路となるものであってもよい。

部材（D）は層状の部材であり、その厚みは、本発明の流路の高さであり得る。

- 5 部材（D）に設けられた欠損部は、部材（D）の表裏を貫通したものである。該欠損部は、部材（C）と部材（B）で挟持されたとき流路や空隙部となるものであり、その形状は、目的とする流路や空隙部の形状に形成することが出来る。従って、部材（D）は部材（C）と部材（B）で液密に挟持しうる形状であれば、その厚みは必ずしも一定である必要はない。

- 10 流路、流路及び空隙部の構造や寸法については、部材（A）の溝と部材（B）でもって形成される代わりに、部材（D）の欠損部が部材（C）と部材（B）に挟持される構造で形成されていること以外は、本発明の部材（A）、（B）から成る微小ケミカルデバイスの場合と同様である。

- 15 部材（D）に流路となる欠損部を設ける方法は任意であり、例えば、フォトリソグラフィ（エネルギー線リソグラフィを含む）、エッチング法、蒸着法、気相重合法、切り抜き、複数のシート状部材の間をあけた配置、保護材存在下での硬化、などの方法で形成できる。部材（C）と部材（B）との間に部材（D）を形成する際に同時に形成することも出来る。部材（D）には、流路や空隙部以外の構造部分、例えば、貯液槽、反応槽、分析機構などとなる構造や欠損部を設けることができる。欠損部を設ける操作を支持体上で行い、最終的に該お支持体を除去することも好ましい。
- 20

- 部材（C）と部材（B）との間に、流路となる欠損部を有する部材（D）を挟持積層した形状に接着する方法は任意である。例えば、①部材（C）の上にエネルギー線硬化性組成物の未硬化塗膜層を賦形し、欠損部と成す部分以外の部分に  
25 活性エネルギー線を照射して照射部を半硬化させ、非照射部分の未硬化の該組成物を除去した後部材（B）を重ねて、活性エネルギー線を再照射し、部材（D）層を硬化させると同時に接着する方法、②部材（C）の上にエネルギー線硬化性組成物の未硬化塗膜層を賦形し、欠損部と成す部分以外の部分に活性エネルギー線を照射して照射部を硬化させ、非照射部分の未硬化の該組成物を除去して部材

(D) 欠損部を形成した後、エネルギー線硬化性組成物の半硬化物で形成した部材 (B) を重ねて、活性エネルギー線を再照射し、部材 (B) を硬化させると同時に接着する方法、③部材 (C) と部材 (B) の間にエネルギー線硬化性組成物を挟持し、部材 (C) 及び／又は部材 (B) の外部から、流路となる部分を除いてエネルギー線を照射し、未硬化のエネルギー線硬化性組成物を除去して流路と成す方法、④流路となるべき部分を切り抜いた接着性のシート状の部材 (D) を部材 (C) と部材 (B) 間に挟んで互いに接着する方法、⑤部材 (C) と部材 (B) の間に、流路となるべき部分に四フッ化エチレン製の棒状物の如き保護物質を置き、熱或いはエネルギー線硬化性樹脂や溶融樹脂を充填・固化した後、保護物質を除去する方法、⑥それぞれ独立に形成した部材を、溶剤型接着剤（例えばエネルギー線硬化性組成物）の使用、無溶剤型接着剤の使用、溶融型接着剤の使用、部材表面への溶剤塗布、熱や超音波による融着等により接着する方法。などを採ることができる。

圧迫機構により部材を圧迫する範囲や圧迫機構については、本発明の部材 (A) (B) から成る微小ケミカルデバイスと同様である。特定厚みの軟質素材 (s) で形成された部材側から圧迫することも可能であるし、特定の厚みの中硬質素材 (m) で形成された部材側から圧迫することも可能である。これらについても前記と同様である。

凸状構造や、凸状構造を有する部材 (H) についても、前記と同様である。以下、本発明の部材 (B) (C) (D) から成る微小ケミカルデバイスの好ましい態様（第三、第四、及び第五の態様）について述べる。

本発明の好ましい第三の態様は、部材 (B) の、少なくとも空隙部に相対する部分が、引張弾性率が  $1 \sim 700 \text{ MPa}$ 、好ましくは  $1 \sim 400 \text{ MPa}$  である軟質素材 (s) で構成されている。引張り弾性率がこの値を超えると流量の調節が困難になったり、バルブ部分でデバイスの破壊が生じがちである。

部材 (B) の空隙部に相対する部分の厚み [「部材 (B) の厚み」という場合がある] に関しては、本発明の好ましい第一の態様において、軟質素材 (s) で形成された圧迫される側の部材と同様である。

部材 (B) は、空隙部に相対する部分以外の部分が他の素材で構成されていて

もよいし、部材（Ｂ）の全体が軟質素材（ｓ）で構成されていても良い。部材部材（Ｂ）の全体が軟質素材（ｓ）で構成されたシート状部材であることが、本発明の効果を発揮しやすく、製造が容易であり好ましい。

5 部材（Ｂ）の空隙部に相対する部分を、各々が引張弾性率が軟質素材（ｓ）から成り、かつ、異なる引張弾性率を有する複数の素材の積層体とすることも好ましい。これについても、本発明の好ましい第一の態様において、軟質素材（ｓ）で形成された圧迫される側の部材の場合と同様である。

10 部材（Ｂ）の空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が700MPa～10GPaの範囲、好ましくは1GPa～5GPaの範囲にある中硬質素材（ｍ）で形成された部材（Ｅ）を積層することも好ましい。これについても、半発明の第一の態様における、軟質素材（ｓ）で形成された圧迫される側の部材の外側への部材（Ｅ）の積層と同様である。

15 本発明の第三の態様に於いては、部材（Ｄ）の素材は任意である。即ち、軟質素材（ｓ）、中硬質素材（ｍ）、又は高硬質素材（ｈ）であり得る。しかしながら、流路を完全に閉状態にし易い点で、軟質素材（ｓ）で形成されていることが好ましい。

本発明の好ましい第三の態様においては、部材（Ｃ）は、少なくとも空隙部周辺部が、中硬質素材（ｍ）又は高硬質素材（ｈ）で構成されている。

20 部材（Ｃ）の厚みは任意であり、本発明の好ましい第一の態様における、軟質素材（ｓ）で形成された部材がその上に形成される支持体と同様である。

部材（Ｃ）は、空隙部周辺部以外の部分が他の素材で構成されていてもよいし、部材（Ｂ）の全体が同じ素材で構成されていても良い。部材部材（Ｂ）の全体が同じ素材で構成されたシート状部材であることが、本発明の効果を発揮しやすく、製造が容易であり好ましい。

25 本発明の好ましい第三の態様は、軟質素材（ｓ）で形成された部材（Ｂ）側から空隙部を選択的に圧迫することで、バルブ機能を発揮する。本態様に於ける圧迫機構、凸状構造、部材（Ｈ）については、本発明の好ましい第一の態様と同様である。

本発明の好ましい第四の態様は、部材（Ｃ）、部材（Ｂ）、及び部材（Ｄ）を



構成要素とする本発明の好ましい第三の態様と類似した構造を有し、部材（B）が中硬質素材（m）で形成されており、部材（C）が軟質素材（s）で形成されており、部材（B）側から空隙部を圧迫するものである。

本発明の好ましい第四の態様に於ける部材（C）の外形は本発明の好ましい第三の態様と同様である。部材（C）は、少なくとも空隙部に相対する部分が、軟質素材（s）で構成されている。引張り弾性率がこの値を超えると流量の調節が困難になったり、バルブ部分でデバイスの破壊が生じがちである。部材（C）の空隙部に相対する部分の厚みに関しては、本発明の好ましい第二の態様において、軟質素材（s）で形成された部材の、空隙部に相対する部分の厚みと同様である。

部材（C）は、空隙部に相対する部分以外の部分が他の素材で構成されていてもよいし、部材（C）の全体が軟質素材（s）で構成されていても良い。部材（C）の全体が軟質素材（s）で構成されたシート状部材であることが、本発明の効果を発揮しやすく、製造が容易であり好ましい。部材（C）は、硬度のある支持体の上に形成することが好ましい。支持体は、本発明の第二の態様における支持体と同様である。

本発明の好ましい第四の態様に於ける部材（B）については、部材（A）の代わりに部材（C）（D）積層体に接着されること以外は、本発明の好ましい第二の態様における中硬質素材（m）で形成された部材と同様である。

本発明の好ましい第四の態様に於ける部材（D）の形状、素材、それに設けられた欠損部、などについては、本発明の好ましい第三の態様における部材（D）と同様である。

部材（C）と部材（B）との間に、流路となる欠損部を有する部材（D）を挟持積層した形状に接着する方法に関しても本発明の好ましい第三の態様と同様である。

圧迫機構により部材を圧迫する範囲や圧迫機構については、本発明の好ましい第二の態様と同様である。また、圧迫機構、凸状構造、部材（H）についても、本発明の第二の態様と同様である。

本発明の好ましい第五の態様は、部材（C）、部材（B）、及び部材（D）を構成要素とする本発明の好ましい第三の態様と類似した構造を有するが、部材

(D) が軟質素材で形成され、部材 (B) が中硬質素材 (m) で形成され、部材 (C) が中硬質素材 (m) 又は高硬質素材 (h) で形成され、部材 (B) 側からの圧迫により、主として部材 (D) が変形して空隙部の間隙寸法を変化させ、流路の開閉や流量調節を行うものである。

- 5 即ち、部材 (B) の、少なくとも空隙部に相対する部分が中硬質素材 (m) ] で構成されており、且つ部材 (B) の圧迫される部分の厚みが  $0.5 \sim 200 \mu\text{m}$  の範囲にあること、部材 (D) の少なくとも空隙部に相対する部分が、軟質素材 (s) で構成されていること、及び部材 (B) を隔てて該空隙部を圧迫する機構を有すること、以外は、本発明の好ましい第三の態様と同様である。
- 10 本発明の好ましい第五の態様における部材 (C) の外形、構造、寸法、などに関しては、本発明の好ましい第三の態様と同様である。即ち、中硬質素材 (m) 又は高硬質素材 (h) で形成されるが、高硬質素材 (h) で形成されていることが好ましい。

- 本発明の好ましい第五の態様における部材 (B) は、部材 (C) との間に、部材 (D) を挟持して接着することにより、部材 (C)、部材 (B)、及び部材 (D) の欠損部でもって毛細管状の流路と空隙部を形成することが可能なものであれば、その形状、構造、表面状態などは任意である。これらについては、本発明の好ましい第二の態様における部材 (B) と同様である。
- 15

- 本発明の好ましい第五の態様においては、部材 (B) は、少なくとも空隙部に相対する部分が中硬質素材 (m) で形成されている。部材 (B) は、全体が同じ素材で形成されたシート状部材であることが、本発明の効果を発揮しやすく、製造が容易であり好ましい。これらに付いては、本発明の好ましい第二の態様における部材 (B) と同様である。部材 (B) の厚みについても本発明の好ましい第二の態様と同様である。
- 20

- 本発明の好ましい第五の態様においては、部材 (D) は、少なくとも空隙部周辺部、即ち空隙部の壁周辺部が、軟質素材 (s) で形成されている。引張り弾性率がこの範囲外では流量の調節が困難になったり、バルブ部分でデバイスの破壊が生じがちである。
- 25

本発明の好ましい第五の態様は、中硬質素材 (m) で形成された部材 (B) 側

から空隙部を選択的に圧迫する。圧迫機構により部材を圧迫する範囲や圧迫機構については、本発明の好ましい第二の態様と同様である。また、圧迫機構、凸状構造、部材（H）については、第二の態様と同様である。

本発明に成る微小ケミカルデバイスは、また、上記部材（A）及び部材（B）  
5 で構成されており、そのいずれの部材も軟質素材（s）で形成されており、上記の凸状構造が設けられたもの、あるいは、部材（H）が固定されたものである。これらの微小ケミカルデバイスの構造、部材、製造方法、使用方法、などに関しては、部材（A）、部材（B）の両者が軟質素材（s）で形成されていること以外は、上記した、部材（A）と部材（B）で構成され、そのいずれかが軟質素材  
10 （s）で形成された本発明になる微小ケミカルデバイスと同様である。また、凸状構造や部材（H）に関しても上記に於いて、軟質素材（s）で形成された部材の上に形成又は固定する場合と同様である。

本発明に成る微小ケミカルデバイスは、更に、部材（B）、（C）、（D）で構成されており、そのいずれの部材も軟質素材（s）で形成されており、上記の  
15 凸状構造が設けられたもの、あるいは、部材（H）が固定されたものである。これらの微小ケミカルデバイスの構造、部材、製造方法、使用方法、などに関しては、部材（B）、部材（C）、部材（D）のいずれもが軟質素材（s）で形成されていること以外は、上記した、部材（B）、（C）、（D）で構成され、そのいずれかが軟質素材（s）で形成されかつそのいずれかが中硬質素材（m）又は  
20 高硬質素材（h）で形成された、本発明になる微小ケミカルデバイスと同様である。また、凸状構造や部材（H）に関しても上記に於いて、軟質素材（s）で系製された部材の上に形成又は固定する場合と同様である。

### 実施例

25 以下、実施例及び比較例を用いて、本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例の範囲に限定されるものではない。なお、以下の実施例において、「部」は、特に断りがない限り「重量部」を表わす。

<引張弾性率及び破断伸び率の測定>

〔測定試料〕

板状もしくはシート状試料は幅10mm、長さ100mmの短冊型に切断して試料とした。エネルギー線硬化性組成物硬化物試料は、ガラス上にエネルギー線硬化性組成物を塗布し、窒素気流中で、365nmにおける強度50mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を30秒間照射して硬化させた後、ガラス板から剥離し幅10mm、長さ100mmの短冊型に切断して試料とした。

これらの試料は、24±1℃、湿度55±5%の室内に16時間以上静置した後に測定に供した。

〔測定〕

引張試験器として東洋精機製作所製の「ストログラフV1-C」を用い、24±1℃、湿度55±5%雰囲気中で、掴み具間距離80mm、引張速度20mm/分で測定した。

<素材>

実施例で使用した素材とその略称を示す。

〔エネルギー線硬化性化合物〕

(1) 3官能ウレタンアクリレートオリゴマー（大日本インキ化学工業株式会社製の「ユニディックV4263」）；略称「ユニディックV4263」

(2) ω-テトラデカンジオールジアクリレート及びω-ペンタデカンジオールジアクリレートを主成分とするジアクリレート混合物（ソマール社製の「サートマーC2000」）；略称「サートマーC2000」

(3) テトラメチレングリコール（平均分子量650）マレイミドアセテート（特開平11-124403号公報の合成例18に記載の方法によって合成した）；略称「TGMA」

(4) ジシクロペンタニルジアクリレート（日本化薬株式会社製の「R-684」）；略称「R-684」

〔両親媒性の重合性化合物〕

(5) ノニルフェノキシポリエチレングリコール（n=17）アクリレート（第一工業製薬株式会社製の「N-177E」；HLB値=14.64；水、シクロヘキサン／トルエン混合溶媒の両者に可溶）；略称「N-177E」

〔紫外線重合開始剤〕

(6) 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン (チバガイギー社製の「イルガキュアー184」) ; 略称「イルガキュアー184」

〔重合遅延剤〕

5 (7) 2, 4-ジフェニル-4-メチル-1-ペンテン (関東化学社製) ; 略称「DPMP」

〔熱可塑性重合体及びその成形物〕

(8) ポリスチレン (大日本インキ化学工業株式会社製の「ディックスチレンXC-520」) ; 略称ポリスチレン [m1]

10 (9) ポリプロピレン二軸延伸シート (二村化学社製の「FOR」、厚さ30  $\mu$ m、片面コロナ処理) ; 略称OPPシート

(10) シンジオタクチックポリスチレン二軸延伸シート (出光石油化学製、厚み約10  $\mu$ m) ; 略称OSPSシート [m2]

15 (11) アクリル樹脂 (旭化成工業社製の「デルペット670N」) ; 略称 [m3]

(12) ポリスチレン2軸延伸シート (大日本インキ化学工業株式会社製試作品、厚さ60  $\mu$ m) ; 略称OPSシート [m4]

(13) ポリウレタン (日本エラストラン社製の「エラストランF564」) ; 略称 [s1]

20 (14) ポリウレタン (日本エラストランの「エラストランF580」) ; 略称 [s2]

(15) 軟質塩化ビニル (電気化学工業「Z-4370」) ; 略称PVC [s3]

25 (16) エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂 (昭和電工「ショウレックスEVA、BF05-6」) ; 略称EVA [s4]

(17) ポリアミドエラストマー (大日本インキ化学工業「グリラックスA-100」) ; 略称ポリアミドエラストマー [s5]

(18) ポリエステルエラストマー (大日本インキ化学工業製「グリラックスE-120」) ; 略称ポリエステルエラストマー [s6]

(19) 変性ポリオレフィン (日本石油製「NポリマーR4100」) ; 略称変性ポリオレフィン [s7]

<エネルギー線硬化性組成物の調製>

実施例で使用するエネルギー線硬化性組成物の調製方法を以下に示した。

5 [エネルギー線硬化性組成物 [e1] の調製]

「ユニディックV4263」40部、「サートマーC2000」60部、紫外線重合開始剤として「イルガキュアー184」5部、及び重合遅延剤として「DPMP」0.1部を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e1] を調製した。

[エネルギー線硬化性組成物 [e2] の調製]

10 「ユニディックV4263」20部、「サートマーC2000」80部、「イルガキュアー184」5部、及び2, 「DPMP」0.1部を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e2] を調製した。

[エネルギー線硬化性組成物 [e3] の調製]

15 「TGMA」50部、及び「サートマーC2000」50部を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e3] を調製した。

[エネルギー線硬化性組成物 [e4] の調製]

「ユニディックV4263」100部、「イルガキュアー184」5部、及び2, 「DPMP」0.1部を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e4] を調製した。

20 [エネルギー線硬化性組成物 [e5] の調製]

「ユニディックV4263」10部、「R-684」90部、及び「イルガキュアー184」5部を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e5] を調製した。

[エネルギー線硬化性組成物 [e6] の調製]

25 「ユニディックV-4263」80部、両親媒性の重合性化合物として「N-177E」20部、重合遅延剤としてDPMPを0.1部、及び光重合開始剤として「イルガキュア184」5部を均一に混合して組成物 [e6] を調製した。

[エネルギー線硬化性組成物 [e7] の調製]

「ユニディックV4263」10部、「R-684」70部、「N-177E」を20部、DPMPを0.1部、及び「イルガキュアー184」5部を混合し

て、エネルギー線硬化性組成物[e 7]を調製した。

〔エネルギー線硬化性組成物 [e 2] の調製〕

「ユニディックV 4 2 6 3」20部、「サートマーC 2 0 0 0」60部、「N  
ー1 7 7 E」20部、DPMPを0.1部、及び「イルガキュアー1 8 4」5部  
5 を混合して、エネルギー線硬化性組成物 [e 8] を調製した。

<実施例 1>

本実施例では、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔部材 (A) の作製〕

ポリスチレン [m 1] からなる2.5 cm×5 cm×厚さ3 mmの平板状の基材

10 (1) を、電気式熱風トーチで加熱して表面を軟化させ、180℃に熱したガラス製の鋳型 (図示せず) に押しつけて冷却した後、剥離し、基材 (1) 表面に、幅30 μm、深さ30 μm、長さ30 mmの溝であって、断面が概矩形の溝 (2)、溝の途上に設けられた直径90 μm、深さ30 μmの円筒形の凹部 (3) を形成し、更に、溝 (2) の両端部において直径0.5 mmのキリ孔を穿つことにより、  
15 流入口 (4) と流出口 (5) を形成して、図1に示した形状の部材 (A) (以下、[A 1] という。) を作製した。

〔部材 (B) の接着〕

OPPシート (図示せず) のコロナ処理面に、127 μmのバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 1] を塗布し、次いで、窒素雰囲気中で、ウ  
20 シオ電機株式会社製のマルチライト200型光源ユニットを用いて50 mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を1秒間照射して、流動性が喪失したものの不完全硬化の状態の塗膜とし、この塗膜面を部材 [A 1] の溝が形成された面に貼り合わせた。次に、OPPシート側から同じ紫外線を更に30秒間照射して塗膜を完全硬化させることによって、軟質素材 (s) であるエネルギー線硬化性組成物 [e 1] の硬化物で構成された厚さ64 μmのシート状の部材 (B) (以下、[B 1] という。)  
25

(6) を形成すると同時に、部材 [A 1] の表面に接着し、その間に毛細管状の流路 (2) とその途上に形成された空隙部 (3) を形成した。その後、OPPシートを剥離することによって、図1に示した形状の微小ケミカルデバイス [# 1] を作製した。

## 〔部材（B）の引張特性〕

別途、エネルギー線硬化性組成物〔e 1〕硬化物シートを調製し、その引張特性を測定した結果を表 1 に示した。表 1 には、使用したポリスチレン〔m 1〕の引張特性も示した。表 1 から、エネルギー線硬化性組成物〔e 1〕硬化物は、軟質素材（s）であること、ポリスチレン〔m 1〕は中硬質素材（m）であることがわかる。

## 〔圧迫機構の作製〕

図 2 に示したような、8 mm×8 mmの平面状の上部挟持部（1 2）と緩い曲面状の下部挟持部（1 3）を有し、上部挟持部（1 2）の中心にM 2 のネジ孔が形成されており、該ネジ孔には先端が半径 0. 2 5 mmの半球形に丸められた円錐状に切削されたM 2 のネジ（1 4）がねじ込まれて、該挟持部の平面から 0. 2 mmだけ出た位置にロックナット（1 5）で固定して突起部を形成したバネ式クランプ（1 1）を作製した。

## 〔流路の開閉試験〕

流入部（4）からマイクロシリンジを用いてメチレンブルー（和光純薬株式会社製）にて着色した水を毛細管に注入したところ、流出部（5）から水が流出した。次に、上記で作製したバネ式クランプを用いて、突起部にて、微小ケミカルデバイス〔# 1〕の空隙部（3）の上を部材（B）側から圧迫した所、部材（B）は破壊されることなく水の流通が遮断され、クランプを取り外すと流路は再び流通した。このとき、部材（B）の破壊は認められなかった。この試験を 10 回繰り返したが、すべて同様の結果であった。

## ＜実施例 2＞

本実施例では、ネジ式圧迫機構が固定された本発明の第一の実施態様の例を示す。

## 〔微小ケミカルデバイス前駆体の作製〕

実施例 1 と全く同様にして作製した微小ケミカルデバイス〔# 1〕を微小ケミカルデバイス〔# 2〕前駆体とした。

## 〔圧迫機構の作製と固定〕

部材〔A 1〕に使用したのと同じポリスチレン〔m 1〕製の板を用いて部材



〔A 1〕と同寸法の圧迫機構の基材を作製し、空隙部（3）に相当する位置にネジ穴を設け、これに先端が半径0.25mmの半球形に丸められた円錐状に切削したネジを装着して部材〔H 2〕とし該部材〔H 2〕の周辺部に幅約5mmの範囲にエネルギー線硬化性組成物〔e 4〕を塗布し、部材〔B 1〕側に重ねて紫外線にて接着する事により、空隙部に相対する位置に部材〔H 2〕が固定された微小ケミカルデバイス〔# 2〕を作製した。

#### 〔流路の開閉試験〕

流入部（4）からマイクロシリンジを用いて一定圧力でメチレンブルー（和光純薬株式会社製）にて着色した水を注入したところ、流出口（5）から水が一定流量で流出した。微小ケミカルデバイスのネジを徐々に締めることにより部材〔B 1〕の上から空隙部（3）を圧迫すると、ネジを締める程度に応じて流量が変化した。

#### <実施例 3>

本実施例では、軟質素材（s）で構成された部材の空隙部に相対する部分の表面に凸状構造が設けられた、本発明に成る第一の微小ケミカルデバイスの例を示す。

#### 〔微小ケミカルデバイスの作製〕

実施例 1 で得た微小ケミカルデバイス〔# 1〕の、空隙部（3）に相対する位置の部材〔B 1〕表面にエネルギー線硬化性組成物〔e 4〕の小滴を置き、直ちに紫外線照射して硬化させて、直径0.6mm、高さ0.22mmの凸状構造を有する微小ケミカルデバイス〔# 3〕を作製した。

#### 〔圧迫機構の駆動機構の作製〕

凸状構造の圧迫機構を駆動する機構として、ネジ（14）、ロックナット（15）及びネジ穴を有せず、上部挟持部（12）が平面状であること以外は実施例 1 で製造した圧迫機構と同様の構造のバネ式クランプを作製し、駆動機構とした。また、先端が平面状の直径6mmの真鍮棒を作製し、もう一つの駆動機構とした。

#### 〔流路の開閉試験〕

上で作製したクランプ型の駆動機構を用いて上部挟持部（12）にて微小ケミカルデバイスの凸状構造部を含む範囲を圧迫した所、水の流通は遮断され、クラ

ンプを取り外すと、流路は再び流通した。但し、実施例 1 と異なり、突起部の位置合わせをせずとも流路の開閉が確実に実施できた。

また、上で作製した棒状の駆動機構を使用し、手動で凸状構造部を含む範囲を圧迫しても同様の結果が得られた。

#### 5 <実施例 4>

本実施例では、圧迫される部材の表面に中硬質素材 (m) で形成された凸状構造の圧迫機構が設けられた、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

10 凸状構造を形成するエネルギー線硬化性組成物が [e 5] であること以外は実施例 3 と同様にして、直径が約  $230\ \mu\text{m}$  の半球形である、中硬質素材 (m) で形成された凸状構造の圧迫機構を有する微小ケミカルデバイス [# 4] を作製した。

〔流路の開閉試験〕

実施例 3 と同様の試験を行い、実施例 3 と同様の結果を得た。

#### <実施例 5>

15 本実施例では、圧迫機構が、表面に凸状構造が設けられたシート状の部材 (H) であり、該構造物が微小ケミカルデバイスの表面に凸状構造を内側に向けて固定された、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

20 O S P S シート [m 2] を使用したシート状部材 (5 1) の表面に、直径約 0.5 mm のガラス製の球 (5 2) をエネルギー線硬化性組成物 [e 4] を接着剤 (5 3) として用いて接着して凸状構造を形成した部材 [H 5] を作製し、これを、実施例 2 におけるネジ式の圧迫機構の代わりに、凸状構造を空隙部側にして空隙部 (3) に相対する位置に合わせ、エネルギー線硬化性組成物 [e 4] を接着剤 (5 4) として用いて、四隅を部材 (B) に接着して部材 (B) に固定したこと  
25 以外は、実施例 2 と同様にして微小ケミカルデバイス [# 5] を作製した。

〔流路の開閉試験〕

実施例 3 と同様の試験を行い、実施例 3 と同様の結果を得た。

#### <実施例 6>

本実施例では、圧迫機構が表面に凸状構造が設けられたシート状の部材 (H)

であり、該部材（H）が凸状構造を外側に向けて固定された、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

実施例 5 で作製した、凸状構造を有するシート状の部材 [H 5] を、凸状構造を空隙部と反対側にして固定したこと以外は、実施例 4 と同様にして微小ケミカルデバイス [# 6] を作製した。

〔流路の開閉試験〕

実施例 3 と同様の試験を行い、実施例 3 と同様の結果を得た。

< 比較例 1 >

10 凸状構造の圧迫機構又は表面に凸状構造を有するシート状の部材（H）を設けなかったこと、即ち、微小ケミカルデバイスとして [# 3]、[# 4]、[# 5]、[# 6] の代わりに [# 1] を用い、実施例 3、4、5、6 と同様の流路開閉試験を行ったところ、水の流通は遮断されなかった。

< 実施例 7 >

15 本実施例では、部材（B）が、軟質素材（s）で形成された 2 層から成るシート状の部材である、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

実施例 2 において、①エネルギー線硬化性組成物 [e 1] に代えて、エネルギー線硬化性組成物 [e 2] を用い、②OPP シートに代えて、軟質素材（s）であるポリウレタン [s 1] からなる厚み 500  $\mu$ m の熱プレスシートを用い、かつ③部材（B）を形成した後、該シートを剥離することなく、積層・接着された状態で微小ケミカルデバイスとした以外は、実施例 2 と同様にして、部材が軟質素材（s）で形成された 2 層から成るシート状の部材である微小ケミカルデバイス [# 7] を作製した。

25 なお、使用したポリウレタン [s 1] シート及びエネルギー線硬化性組成物 [e 2] からなる硬化物の引張特性を表 1 に示した。

〔流量調節試験〕

実施例 2 と同様の試験を行なったところ、実施例 2 と同様の結果を得た。更に、部材（B）がエネルギー線硬化性組成物 [e 2] の硬化物の 1 層のみではネジで

圧迫された部分に穴が開き、液体が漏洩する程度に強くネジを閉めても、本実施例ではそのようなことはなかった。また、部材（B）がエネルギー線硬化性組成物〔e 2〕の硬化物の1層のみではネジで圧迫された部分に穴が開き、液体が漏洩する程の回数の開閉を繰り返しても、本実施例ではそのようなことはなかった。

- 5 即ち、部材（B）を異なる引張弾性率を有する軟質素材（s）の2層構造とすることにより、微小ケミカルデバイスの破壊に対する余裕が増加したことがわかる。
- <実施例 8>

本実施例では、軟質素材（s）で形成した空隙部に相対する部分の表面に中硬質素材（m）で形成されたシートが積層された、本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

- 実施例 2 において、①エネルギー線硬化性組成物〔e 1〕に代えて、エネルギー線硬化性組成物〔e 2〕を用い、②OPPシートに代えて、中硬質素材（m）である厚み40 $\mu$ mのOSPシート〔m 2〕を用い、かつ③部材（B）を形成した後、該シートを剥離することなく、積層・接着された状態で微小ケミカルデバイスとした以外は、実施例 2 と同様にして、圧迫機構を有する微小ケミカルデバイス〔# 8〕を作製した。

なお、OSPシート〔m 2〕の引張特性を表 1 に示した。

〔流路の開閉試験〕

- 20 実施例 7 と同様の試験を行なったところ、実施例 7 と同様の結果を得た。即ち、軟質素材（s）で構成された空隙部に相対する部分の表面に中硬質素材（m）で構成されたシートが積層されたことにより、微小ケミカルデバイスの破壊に対する余裕が増加したことがわかる。

<実施例 9>

- 25 本実施例では、溝を有する部材（A）が軟質素材（s）で、部材（B）が中硬質素材（m）で構成されており、部材（A）側から空隙部を圧迫する本発明の第一の実施態様の例を示す。

〔部材（A）の作製〕

一時的な支持体として使用するOPPシート（図示せず）のコロナ放電処理面

に、 $127\text{ }\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 6]を塗布した後、ウシオ電機製のマルチライト200型露光装置用光源ユニットを用いて、 $50\text{ mW/cm}^2$ の紫外線を3秒間照射して塗膜を硬化させた。次いで、硬化塗膜上に、 $127\text{ }\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 6]を塗布し、窒素雰囲気中で、フォトマスクを通して図1に示した溝(2)及び凹部(3)となる部分以外の部分に、先ほどと同じの紫外線を3秒間照射した後、アセトンにて未硬化のエネルギー線硬化性組成物[e 6]を洗浄除去することによって、底面、壁面共にエネルギー線硬化性組成物[e 6]硬化物で構成された断面が概矩形の溝(2)及び円筒形の凹部(3)を有する、流入口(4)と流出口(5)を有しないこと以外は図1と同様の形状の部材[A 9]を作製した。溝の寸法は、幅 $108\text{ }\mu\text{m}$ 、深さ $75\text{ }\mu\text{m}$ であり、凹部(3)の寸法は、直径 $200\text{ }\mu\text{m}$ 、高さ $75\text{ }\mu\text{m}$ であった。

#### [部材(B)の作製と接着]

部材[A 9]の溝の両端部に相当する位置に流入口(4)と流出口(5)となる直径 $0.5\text{ mm}$ の孔が穿たれたアクリル樹脂[m 3]からなる $2.5\text{ cm}\times 5\text{ cm}\times$ 厚さ $2\text{ mm}$ の平板に $50\text{ }\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 7]を塗布した後、窒素雰囲気中で、流入口(4)と流出口(5)となる孔以外の部分に先ほどと同じ $50\text{ mW/cm}^2$ の紫外線を2秒間照射して、塗膜を流動性は喪失したものの不完全硬化の状態とし、未硬化樹脂を洗浄除去した。不完全硬化の状態の塗膜面を部材(A)[A 9]の溝が形成された面と貼り合わせ、アクリル樹脂板側から同じ $50\text{ mW/cm}^2$ の紫外線を更に30秒間照射して塗膜を完全硬化させることによって、部材[B 9]を部材[A 9]の表面に接着し、その間に毛細管状の流路(2)とその途上に形成された空隙部(3)を形成した。次に、部材(A)[A 9]からOPPシートを剥離して、流入口(4)と流出口(5)とが部材[B 9]側に形成されていること、及び部材(B)がエネルギー線硬化性組成物[e 7]降下物とアクリル板との2層から成っていること以外は、図1に示したものと同様の形状の微小ケミカルデバイス[# 9]を作製した。

#### [部材の引張特性]

別途、エネルギー線硬化性組成物[e 6]及び[e 7]の硬化物シートを調製

し、その引張特性を測定した結果を表1に示した。表1から、[e 6]硬化物は軟質素材(s)であること、[e 7]硬化物は中硬質素材(m)であることがわかる。

〔親水性試験〕

- 5 別途作製したエネルギー線硬化性組成物[e 6]及び[e 7]の硬化塗膜の水との接触角は、25℃において、それぞれ12度及び15度であった。

〔生化学物質の吸着試験〕

- エネルギー線硬化性組成物[e 6]及び[e 7]を用いて、ポリスチレン製の96穴マイクロタイタープレートの各ウェルの内面をコーティングした。このウェルに、吸着させる酵素である西洋わさびペルオキシダーゼ0.5  $\mu$ g/ml溶液(ベクター社の「ABTS SUBSTRATE KIT HORSERADISH PEROXIDASE」の酵素溶液)を注入して25℃にて30分間静置し、蒸留水にて3回洗浄した。その後、基質溶液(ベクター社の「ABTS SUBSTRATE KIT HORSERADISH PEROXIDASE」のABTS基質)をウェルに注入し、25℃にて30分間静置し、蒸留水にて3回洗浄した後、波長405nmにおける吸光度を測定したところ、[e 6]が0.14、[e 7]が0.16であった。一方、対照実験として、コーティングを行わないマイクロタイタープレートを使用して同様の試験を行ったところ、吸光度は1.5であった。即ち、本試験における吸光度は吸着量を示すから(本試験は[ELISA法]として公知である)、[e 6]、[e 7]のコーティングによって、  
20 酵素の吸着量は約1/10に抑制されたことが分かる。

〔圧迫機構の作製〕

実施例1で作製したバネ式クランプを使用した。

〔流路の開閉試験〕

- バネ式クランプの突起部を部材(A)側にして、空隙部に相対する位置を圧迫した  
25 したこと以外は実施例1と同様の試験を行い、実施例1と同様の結果を得た  
<実施例10>

本実施例は、支持体を有するタイプの、本発明の第二の実施態様の例を示す。

〔部材(A)の作製〕

ポリスチレン[m 1]からなる2.5cm×5cm×3mmの平板を使用し

た支持体（３１）の上に、 $127\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 1]を塗布し、次いで、窒素雰囲気中で、ウシオ電機株式会社製のマルチライト２００型光源ユニットを用いて $50\text{mW}/\text{cm}^2$ の紫外線を３秒間照射して、流動性が喪失した半硬化状態の塗膜を形成した。

- 5      この半硬化塗膜の上に更に、 $127\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 1]を塗布し、窒素雰囲気中で、フォトマスクを使用して、図５の流路（３２）及び空隙部（３３）と成す部分以外の部分に、上記と同じ紫外線を３秒間照射して照射部分の塗膜を半硬化させ、未照射部分の未硬化のエネルギー線硬化性組成物[e 1]を５０％エタノール水溶液にて洗浄除去した。

- 10      以上の操作により、エネルギー線硬化性組成物[e 1]の硬化物である軟質素材（s）で構成された、幅 $104\mu\text{m}$ 、深さ $96\mu\text{m}$ 、長さ $30\text{mm}$ の底の角が丸まったほぼ矩形の断面形状を有する溝（３２）、溝の途上に設けられた直径 $200\mu\text{m}$ 、深さ $96\mu\text{m}$ の底の角が丸まった円筒形の凹部（３３）を有する、図５に示した形状の、厚さ $192\mu\text{m}$ のシート状の部材（A）（３４）を支持体（３  
15      １）上に接着して作製した。

〔部材（B）の接着〕

OP Sシート[m 4]（３５）に、 $50\mu\text{m}$ のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物[e 5]を塗布し、次いで、窒素雰囲気中で、上記と同じ紫外線を１秒間照射して半硬化の接着剤層（３６）とした。

- 20      この接着剤層（６）面を上記で作製した部材（A）（３４）の溝（３２）が形成された面に貼り合わせ、同じ紫外線を更に３０秒間照射して接着剤層（３６）を完全硬化させることによって、中硬質素材（m）であるOP Sシート[m 4]（３５）と、やはり中硬質素材（m）である厚さ約 $30\mu\text{m}$ の接着剤層（３６）とから成るシート状の部材（B）を形成すると同時に、部材（A）（３４）の表面に接着し、その間に毛細管状の流路（３２）とその途上に形成された空隙部  
25      （３）を形成した。

〔流入路及び流出路の形成〕

次いで、流路（３２）の両端部において部材（B）（３５、３６）に直径 $0.5\text{mm}$ の穴を穿ち、直径 $3\text{mm}$ の塩化ビニルチューブを接着することにより、流

入路（３７）及び流出路（３８）を形成して、図５に示した形状の微小ケミカルデバイス〔＃１０〕を作製した。

〔部材（Ａ）及び部材（Ｂ）の引張特性〕

別途、エネルギー線硬化性組成物〔e １〕硬化物シート及びエネルギー線硬化性組成物〔e ５〕硬化物シートを作製し、引張特性を測定した結果を、使用したポリスチレン〔m １〕及びＯＰＳシート〔m ４〕と共に表１に示した。表１から、エネルギー線硬化性組成物〔e ６〕硬化物は軟質素材（s）であり、ポリスチレン〔m １〕、ＯＰＳシート〔m ４〕及びエネルギー線硬化性組成物〔e ５〕硬化物は中硬質素材（m）でることがわかる。

10 〔圧迫機構の作製〕

実施例１において作製したものと同一バネ式クランプ型の圧迫装置を使用した。

〔流路の開閉試験〕

流入路（３７）からマイクロシリンジを用いてメチレンブルー（和光純薬株式会社製）にて着色した水を流路に注入したところ、流出路（３８）から水が流出した。次に、上記で作製したバネ式クランプ（１１）を用いて、突起部にて、微小ケミカルデバイス〔＃１０〕の空隙部（３３）に相対する部分を部材（Ｂ）

15 （５、６）側から圧迫したところ、水の流通が遮断され、クランプを取り外すと流路は再び流通した。このとき、部材（Ａ）及び部材（Ｂ）は若干の変形は残ったものの、破壊は認められなかった。この試験を１０回繰り返したが、すべて同様の結果であった。

20 <実施例１１>

本実施例は、支持体を有しないタイプの、本発明の第二の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

支持体（３１）のポリスチレン板の代わりにＯＰＰシート（二村化学社製の「FOR」、厚さ３０μm）を用いたこと以外は実施例１０と同様にして、微小ケミカルデバイス〔＃１０〕と同様の構造の微小ケミカルデバイス〔＃１１〕前駆体を形成した後、支持体（３１）を剥離して、支持体（３１）を有しないこと以外は図５に示したと同様の構造の微小ケミカルデバイス〔＃１１〕を作製した。

〔圧迫機構の作製〕



先端を半径0. 25 mmの半球形に切削した真鍮棒を作製し、圧迫機構とした。

〔流路の開閉試験〕

微小ケミカルデバイスを部材（A）側を下にしてガラス板の上に乘せた状態で、  
5 圧迫操作を行ったこと、クランプ型の圧迫機構の代わりに、真鍮棒型の圧迫機構  
を用いこと、及び、部材（B）の空隙部に相対する部分を手動で圧迫したこと、  
以外は実施例10と同様の試験を行い、実施例10と同様の結果を得た。

＜実施例14＞

本実施例は、支持体を有しないタイプの、本発明の第二の実施態様の例を示す。

〔部材（A）の作製〕

10 熱可塑性ポリウレタン〔s1〕からなる2.5 cm×5 cm×厚み500 μ  
mの熱プレスシートを電気式熱風トーチで加熱して表面を軟化させ、150℃に  
熱したガラス製の鋳型（図示せず）に押しつけて冷却した後、剥離し、該シート  
の表面に幅30 μm、深さ30 μm、長さ30 mmの溝であって、断面が底の角  
が丸まった概矩形の溝（2）、溝の途上に設けられた直径90 μm、深さ30 μ  
15 mの底の角が丸まった円筒形の凹部（33）を形成して、部材（A）（34）と  
した。

〔部材（B）の接着〕

実施例10と同様にして、実施例10と同じシート状の部材（B）（35、3  
6）を形成すると同時に、上記で作製した部材（A）（34）の表面に接着し、  
20 その間に毛細管状の流路（32）とその途上に形成された空隙部（33）を形成  
し、微小ケミカルデバイス〔#14〕前駆体を作製した。

〔流入路及び流出路の形成〕

次いで、部材（B）（35、36）に、流路（32）の両端部において直径0.  
5 mmのキリ孔を穿つことにより、流入路（37）と流出口（38）を形成して、  
25 支持体（31）を有しないこと以外は図5に示したと同様の形状の微小ケミカル  
デバイス〔#14〕を作製した。

〔部材（A）及び部材（B）の引張特性〕

別途、使用した熱可塑性ポリウレタン〔s1〕製熱プレスシートの引張特性を  
測定した結果を表1に示した。表1から、使用した熱可塑性ポリウレタン〔s

1] は軟質素材 (s) であることがわかる。

[流路の開閉試験]

実施例 1 1 と同様の試験を行い、実施例 1 1 と同様の結果を得た。

<実施例 1 5>

- 5 本実施例では、部材 (C) が中硬質素材 (m)、流路の側壁となる部材 (D) が軟質素材 (s)、部材 (B) が軟質素材 (s) で構成された、本発明の第三の実施態様の例を示す。

[部材 (C) (D) の作製]

- 10 部材 (C) として、アクリル樹脂 [m 3] からなる 2.5 cm×5 cm×厚さ 2 mm の平板を使用し、これに 127  $\mu$ m のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 7] を塗布し、窒素雰囲気中で塗膜全面にウシオ電機製のマルチライト 200 型露光装置用光源ユニットを用いて 50 mW/cm<sup>2</sup> の紫外線を 30 秒間照射して硬化させ、表面にエネルギー線硬化性組成物 [e 7] の硬化塗膜がコーティングされたアクリル樹脂製の部材 (C) とした。

- 15 次いで、その上に部材 (D) と成るべきエネルギー線硬化性組成物 [e 8] を同様に塗布し、同じく窒素雰囲気中でフォトマスクを通して、図 1 に示した流路 (2) 及び空隙部 (3) となる部分以外の部分に、上と同じ紫外線を 30 秒間照射して、エネルギー線硬化性組成物 [e 8] の硬化物とし、アセトンにて未硬化のエネルギー線硬化性組成物 [e 8] を除去することによって樹脂欠損部を有する部材 (D) を形成した。次いで、部材 (D) の樹脂欠損部 (2) の両端部において、部材 (C) 及び部座宇 (D) に直径 0.5 mm のキリ孔を穿って流入口 (4) 及び流出口 (5) を形成した。外成形物の樹脂欠損部は、幅 108  $\mu$ m、深さ [即ち部材 (D) の厚み] 67  $\mu$ m の断面が概矩形の流路となるべき欠損部 (2)、直径 200  $\mu$ m、高さ 67  $\mu$ m の円筒形の、空隙部となるべき欠損部 (3)、流入口 (4) 及び流出口 (5) を有する、部材 (A) の代わりに部材 (C) と部材 (D) の積層体から成る、図 1 に類似した形状の複合部材 [CD 18] を作製した。
- 25

[部材 (B) の接着]

OPP シート (図示せず) のコロナ処理面に、127  $\mu$ m のバーコーターを用

- いてエネルギー線硬化性組成物 [e 6] を塗布し、次いで、窒素雰囲気中で、上と同じ紫外線を 3 秒間照射して半硬化させ、この塗膜面を部材 [D] に貼り合わせた。OPP シート側から同じ紫外線を更に 30 秒間照射して、エネルギー線硬化性組成物 [e 7]、[e 8] [e 6] 塗膜を完全硬化させ、その後、OPP シートを剥離することによって、迂回路の底を構成する部材と流路の側面を構成する部材が異なるものであること以外は図 1 と類似した形状の微小ケミカルデバイス [# 15] を作製した。

〔圧迫機構の作製〕

実施例 1 で作製したバネ式クランプを使用した。

10 〔流路の開閉試験〕

実施例 1 と同様の開閉試験を行った結果、実施例 1 より確実な全閉が可能であったこと以外は、実施例 1 と同様の結果を得た。

＜実施例 16＞

- 本実施例では、空隙部の高さが流路の高さより浅い構造の、本発明の第三の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

- ポリスチレン [m 1] からなる 2.5 cm×5 cm×厚さ 3 mm の平板状の基材 (21) の溝 (23、28) の両端部となる位置に直径 0.5 mm のキリ穴を穿って、流入口 (25) と流出口 (26) を形成し、該流入口 (25) と流出口 (26) の裏側を塗装用マスキングテープで目止めした状態で、127 μm のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 4] を塗布した後、ウシオ電機製のマルチライト 200 型露光装置用光源ユニットを用いて、フォトマスクを通して底上げ部 (29) となる部分に 50 mW/cm<sup>2</sup> の紫外線を 10 秒間照射した。次に、未硬化部分をアセトンで洗浄除去して、図 3 に示した幅 480 μm、長さ 10 mm、厚さ 103 μm の底上げ部 (29) を形成して、図 3 に示された形状の部材 [C 16] とした。

部材 [C 16] の流入口 (25) と流出口 (26) との裏側を目止めした状態で、底上げ部 (29) を覆うように基材 (21) 上にエネルギー線硬化性組成物 [e 3] を塗布した後、スペーサーとして、直径約 200 μm、長さ約 1.5 mm

のガラス製ロッド（自作、図示せず）15個を、溝（23、28）、空隙部（24）、流入口（25）及び流出口（26）となる部分を避けて配置した。これに、軟質素材（s）であるポリウレタン[s1]の厚み約500 $\mu$ mの熱プレスシートからなる部材[B10]を被せた後、窒素雰囲気中で、フォトマスクを通して

5 図3に示した溝（23、28）、空隙部（24）、流入口（25）及び流出口（26）となる部分以外の部分に、先ほどと同じ50mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を10秒間照射した。紫外線照射後、流出口（25）からの吸引と、アセトン洗浄により、未硬化のエネルギー線硬化性組成物[e3]を除去して、幅480 $\mu$ m、深さ、190 $\mu$ mの溝と、幅480 $\mu$ m、長さ480 $\mu$ m、深さ87 $\mu$ mの上面から見て

10 矩形の空隙部（24）とが形成された、図4に示された形状の微小ケミカルデバイス[#16]を作製した。

#### 〔圧迫機構の作製〕

ネジの先端を半径1mmの半球形とし、かつ、ネジの突出量を1mmに調節した以外は、実施例1で作製したものと同様のバネ式クランプを作製し、使用した。

#### 15 〔流路の開閉試験〕

実施例1と同様の試験を行ない、実施例1と同様の結果を得た

#### <実施例17>

本実施例では、本発明の第三の実施態様の例を示す。

#### 〔微小ケミカルデバイスの作製〕

20 ポリウレタン[s1]の代わりに、①ポリウレタン[s2]、②PVC[s3]、③EVA[s4]、④ポリアミドエラストマー[s5]、⑤ポリエステルエラストマー[s6]、⑥変性ポリオレフィン[s7]をそれぞれ使用したこと、及び、圧迫機構を実施例7と同様にして作製したこと以外は、実施例16と同様にして、微小ケミカルデバイス[#17-1~6]を作製した。

#### 25 〔流路の開閉試験〕

微小ケミカルデバイス[#17-1~6]について、それぞれ実施例7と同様の試験を行い、全て実施例7と同様の結果を得た

#### <実施例18>

本実施例では、部材（C）が中硬質素材（m）、溝の壁部となる部材（D）が

中硬質素材 (m)、部材 (B) が軟質素材 (s) で構成された、本発明の第三の実施態様の例を示す。

〔部材 (C)、(D) の作製〕

- 部材 (D) を形成するエネルギー線硬化性組成物として、[e 6] の代わりに  
5 [e 7] を使用したこと以外は実施例 15 と同様にして、部材 (D) がエネルギー線硬化性組成物 [e 7] の硬化物で形成されていること以外は、微小ケミカルデバイス [# 15] と同様の構造を有する微小ケミカルデバイス [# 18] を作製した。

〔親水性試験〕

- 10 別途作製したエネルギー線硬化性組成物 [e 6]、[e 7] 及び [e 8] の硬化塗膜の水との接触角は、25℃において、それぞれ12度、15度、及び13度であった。

〔圧迫機構の作製〕

実施例 1 で作製したバネ式クランプを使用した。

- 15 〔流路の開閉試験〕

実施例 1 と同様の開閉試験を行った結果、実施例 1 と同様の結果を得た。

<実施例 19>

- 本実施例は、部材 (C) が軟質素材 (s)、流路の側壁となる部材 (D) が軟質素材 (s)、部材 (B) が中硬質素材 (m) で構成された、本発明の第四の実  
20 施態様の例を示す。

〔部材 (C)、(D) の作製〕

- OPPシートを一時的な支持体とし、その上に127  $\mu\text{m}$  のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 6] を塗布し、窒素雰囲気中で、ウシオ電機株式会社製のマルチライト 200 型光源ユニットを用いて 50 mW/cm<sup>2</sup> の紫外線を 3  
25 秒間照射し、塗膜全体を部材 (C) (41) となるべき半硬化状態の塗膜と成した。

この上に127  $\mu\text{m}$  のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 8] を塗布し、フォトマスクを使用して図 6 に示された形状の流路 (42) 及び空隙部 (43) と成す部分以外の部分に、上と同じ紫外線を 3 秒間照射し、照射部分

を半硬化状態の塗膜と成し、部材 (C) とした。部材 (D) (44) の厚みは 96  $\mu\text{m}$  であった。

未照射部分の未硬化のエネルギー線硬化性組成物 [e 8] を 50% エタノール水溶液により除去して、流路 (42) 及び空隙部 (43) となるべき欠損部を有する層 (44) である部材 (D) (44) を形成した。流路 (42) となるべき樹脂欠損部の寸法は、幅 104  $\mu\text{m}$ 、深さ 96  $\mu\text{m}$ 、長さ 30 mm であった。流路の途上に設けられた空隙部 (43) となるべき樹脂欠損部は、直径 200  $\mu\text{m}$ 、深さ 96  $\mu\text{m}$  の円筒形であった。部材 (D) (44) の厚みは 96  $\mu\text{m}$  であった。

〔部材 (B) の接着〕

- 10 部材 (C) の作製と同様にして、一時的な支持体である OPP シートにエネルギー線硬化性組成物 [e 7] を塗布し、その全体に上で用いた紫外線を 3 秒間照射して半硬化物で形成された部材 (B) と成し、部材 (B) を部材 (D) と密着させた状態で、上と同じ紫外線を全部材に 30 秒如何照射し、部材 (C)、部材 (D) 及び部材 (B) を全て完全に硬化させることにより互いに接着して、毛細管状の流路 (42) と空隙部 (43) を形成した。その後、部材 (C) 及び部材 (B) から、一時的な支持体である OPP シートを剥離した。

- 次いで、部材 (C) (41) に、流路 (42) の両端部において直径 0.5 mm のキリ孔を穿ち、直径 3 mm の塩化ビニルチューブを接着して、流入路 (47) と流出路 (48) を形成して、図 6 に示した形状の微小ケミカルデバイス [ # 19 ] を作製した。

〔親水性試験〕

- 流入路 (47) に塩化ビニルチューブを接着する前に、流入路 (47) を上側にして、流入路 (47) に蒸留水を 1 滴置くと、蒸留水は自発的に流入路 (47) に吸い込まれ、流路 (42) 及び空隙部 (43) を満たして流出路 (48) に達した。流路内表面の水との接触角が極低いことを示している。

また、別途作製したエネルギー線硬化性組成物 [e 6]、[e 7] 及び [e 8] の硬化塗膜の水との接触角は、25℃において、それぞれ 12 度、15 度、及び 13 度であった。

〔流路の開閉試験〕

実施例 10 と同様にして、微小ケミカルデバイス [# 19] の部材 (B) 側から空隙部を圧迫する、流路の開閉試験を行い、実施例 10 と同様の結果を得た。

#### <実施例 20>

本実施例は、本発明の第五の実施態様の例を示す。

#### 5 [部材 (C)、(D) の作製]

ポリスチレン [m 1] からなる 2.5 cm×5 cm×3 mm の平板を使用した部材 (C) (4 1) の上に、127 μm のバーコーターを用いてエネルギー線硬化性組成物 [e 1] を塗布し、窒素雰囲気中で、フォトマスクを使用して図 6 に示された形状の流路 (4 2) 及び空隙部 (4 3) と成す部分以外の部分に、ウシ  
10 オ電機株式会社製のマルチライト 200 型光源ユニットを用いて 50 mW/cm<sup>2</sup> の紫外線を 3 秒間照射し、照射部分を半硬化状態の塗膜と成した。

未照射部分の未硬化のエネルギー線硬化性組成物 [e 1] を 50% エタノール水溶液により除去して、流路 (4 2) 及び空隙部 (4 3) となるべき該樹脂の欠損部を有する層即ち部材 (D) (4 4) を形成した。流路 (4 2) となるべき樹脂  
15 欠損部の寸法は、幅 104 μm、深さ 96 μm、長さ 30 mm であった。流路の途上に設けられた空隙部 (4 3) となるべき樹脂欠損部は、直径 200 μm、深さ 96 μm の円筒形であった。部材 (A) (4 4) の厚みは 96 μm であった。

#### [部材 (B) の接着]

実施例 10 と同様にして、OSP シート [m 2] (4 5) を、接着剤層としてエネルギー線硬化性組成物 [e 5] 硬化物 (4 6) により部材 (D) (4 4) の  
20 表面に接着し、毛細管状の流路 (4 2) と空隙部 (4 3) を形成すると同時に、2 軸延伸 OSP シート [m 2] (4 5) と接着剤層 (4 6) を合わせて部材 (B) した。

#### [流入路及び流出路の形成]

25 次いで、部材 (C) (4 1) に、流路 (4 2) の両端部において直径 0.5 mm のキリ孔を穿ち、直径 3 mm の塩化ビニルチューブを接着して、流入路 (4 7) と流出路 (4 8) を形成して、図 6 に示した形状の微小ケミカルデバイス [# 20] を作製した。

#### [流路の開閉試験]

実施例 10 と同様の試験を行い、実施例 10 と同様の結果を得た。

<実施例 2 1>

本実施例は、部材 (B)、(C)、(D) がともに親水性素材である、本発明の第五の実施態様の例を示す。

5    [微小ケミカルデバイスの作製]

実施例 25 において、部材 (C) をエネルギー線硬化性組成物 [e 7] 硬化物で形成したこと。部材 (D) をエネルギー線硬化性組成物 [e 8] 硬化物で形成したこと、及び、部材 (B) をエネルギー線硬化性組成物 [e 7] 硬化物で形成したこと、実施例 25 と同様にして微小ケミカルデバイス [# 2 1] を作製した。

10   [流路の開閉試験]

実施例 25 と同様の試験を行い、実施例 3 と同様の結果を得た。

<実施例 2 2>

本実施例は、部材 (B) の表面にネジ式の凸状構造を有する部材 (H) が固定された実施態様の例を示す。

15   [圧迫機構の作製]

実施例 2 で作製したネジが固定された板状の部材「H 2」と全く同じ圧迫機構を作製して、これを用いた。

  [微小ケミカルデバイスの作製]

20   実施例 10、16 で作製した微小ケミカルデバイス [# 10]、[# 16] のそれぞれの、部材 (B) の表面に、ネジの先端部を空隙部に相対する位置に合わせて固定し、ネジ式の圧迫機構を有する微小ケミカルデバイスとした。

  [流路の開閉試験]

これらの微小ケミカルデバイスについて実施例 2 と同様の試験を行い、全て実施例 2 と同様の結果を得た。

25   <実施例 2 3>

本実施例は、部材 (B) の表面に凸状構造である圧迫機構が設けられた実施態様の例を示す。

  [微小ケミカルデバイスの作製]

実施例 10、11、14、16、18、19 で作製した微小ケミカルデバイス



〔# 1 0〕、〔# 1 1〕、〔# 1 4〕、〔# 1 6〕、〔# 1 8〕、〔# 1 9〕、のそれぞれ部材（Ｂ）の空隙部に相対する位置の表面に、直径 0.5 mm のガラス製の球をエネルギー線硬化性組成物〔e 4〕を用いて接着し、凸状構造の圧迫機構を有する微小ケミカルデバイスとした。

5   〔流路の開閉試験〕

これらの微小ケミカルデバイスについて実施例 3 と同様の試験を行い、全て実施例 3 と同様の結果を得た。

＜実施例 2 4＞

本実施例では、表面に凸状構造が設けられたシート状の部材（Ｈ）が微小ケミカルデバイスの表面に凸状構造を内側に向けて固定された、本発明の第五の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

実施例 5 で作製したと同じ凸状構造を有するシート状の部材（Ｈ）を作製し、これをそれぞれ実施例 1 0、1 1、1 4、1 6、1 8、又は 1 9 で作製した微小ケミカルデバイス〔# 1 0〕、〔# 1 1〕、〔# 1 4〕、〔# 1 6〕、〔# 1 8〕、及び〔# 1 9〕の部材（Ｂ）表面に、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造が空隙部に相対する位置に合わせて固定し、部材（Ｈ）の四隅をエネルギー線硬化性組成物〔e 4〕を用いて部材（Ｂ）に接着し、圧迫機構を有する微小ケミカルデバイスとした。

20   〔流路の開閉試験〕

これらの微小ケミカルデバイスについて実施例 5 と同様の試験を行い、全て実施例 3 と同様の結果を得た。

＜実施例 2 5＞

本実施例では、表面に凸状構造が設けられたシート状の部材（Ｈ）が微小ケミカルデバイスの表面に凸状構造を外側に向けて固定された、本発明の第五の実施態様の例を示す。

〔微小ケミカルデバイスの作製〕

凸状構造を有するシート状の部材（Ｈ）として実施例 3 3 と同じものを用い、凸状構造を空隙部と反対側にして部材（Ｂ）に固定したこと以外は、実施例 3 3

と同様にして圧迫機構を有する微小ケミカルデバイスを作製した。

〔流路の開閉試験〕

これらの微小ケミカルデバイスについて、実施例3と同様の試験を行い、全て実施例3と同様の結果を得た。

5 <実施例26>

本実施例では、軟質素材(s)で形成された部材(A)と軟質素材(s)で形成された部材(B)で構成されており、表面に凸状構造が設けられた微小ケミカルデバイス、及び、軟質素材(s)で形成された部材(A)と軟質素材(s)で形成された部材(B)で構成されており、その上に、表面に凸状構造が設けられたシート状の部材(H)が固定された微小ケミカルデバイスの例を示す。

〔微小ケミカルデバイス前駆体の作製〕

部材(A)部材(B)を共に二エネルギー線硬化性組成物[e6]の硬化物で形成したこと以外は実施例1と同様にして微小ケミカルデバイス前駆体[#26P]を作製した。

15 〔微小ケミカルデバイス前駆体の作製〕

微小ケミカルデバイス前駆体として[#26P]を用いたこと以外は実施例23と同様にして、実施例14と同様にして、部材Bの空隙部に相対する位置の表面に凸状構造が設けられた微小ケミカルデバイス[#26-1]を作製した。又、同様にして、部材Aの空隙部に相対する位置の表面に凸状構造が設けられた微小ケミカルデバイス[#26-2]を作製した。

また、微小ケミカルデバイス前駆体として[#26P]を用いたこと以外は実施例24と同様にして、部材(B)表面に、凸状構造を空隙部側に向けて空隙部に相対する位置に合わせて固定された微小ケミカルデバイス「#26-3」を作製した。また、同様にして、部材A側に部材(H)が固定された微小ケミカルデバイス「#26-4」を作製した。

さらに、微小ケミカルデバイス前駆体として[#26P]を用いたこと以外は実施例25と同様にして、凸状構造を空隙部と反対側に向けて空隙部に相対する位置に合わせて部材B上固定された微小ケミカルデバイス「#26-5」を作製した。また、同様にして、部材A側に部材(H)が固定された微小ケミカルデバ

イス「# 2 6 - 6」を作製した。

〔流路の開閉試験〕

これらの微小ケミカルデバイスについて実施例 2 3、2 4、2 5 と同様の試験を行い、同様の結果を得た。

5 <実施例 2 7>

本実施例では、部材 (B)、部材 (C)、部材 (D) が全て軟質素材 (s) で形成されており、表面に凸状構造が設けられた微小ケミカルデバイス、及び、部材 (B)、部材 (C)、部材 (D) が全て軟質素材 (s) で形成されており、部材 B の表面に、凸状構造が設けられたシート状の部材 (H) が固定された微小ケミカルデバイスの例を示す。

〔微小ケミカルデバイス前駆体の作製〕

部材 (B)、部材 (C)、部材 (D) 全て二エネルギー線硬化性組成物 [e 6] の硬化物で形成したこと以外は実施例 1 1 と同様にして微小ケミカルデバイス前駆体 [ # 2 7 P ] を作製した。

15 〔微小ケミカルデバイス前駆体の作製〕

微小ケミカルデバイス前駆体として [ # 2 6 P ] を用いたこと以外は実施例 2 3 と同様にして、実施例 1 4 と同様にして、部材 B の空隙部に相対する位置の表面に凸状構造が設けられた微小ケミカルデバイス [ # 2 7 - 1 ] を作製した。

また、微小ケミカルデバイス前駆体として [ # 2 6 P ] を用いたこと以外は実施例 2 4 と同様にして、部材 (B) 表面に、凸状構造を空隙部側に向けて空隙部に相対する位置に合わせて固定された微小ケミカルデバイス「# 2 7 - 2」を作製した。

さらに、微小ケミカルデバイス前駆体として [ # 2 6 P ] を用いたこと以外は実施例 2 5 と同様にして、凸状構造を空隙部と反対側に向けて空隙部に相対する位置に合わせて部材 B 上固定された微小ケミカルデバイス「# 2 7 - 3」を作製した。

〔流路の開閉試験〕

これらの微小ケミカルデバイスについて実施例 2 3、2 4、2 5 と同様の試験を行い、同様の結果を得た。

表 1

素材	引張弾性率 MP a	破断伸び率 %
エネルギー線硬化性組成物[e 1]硬化物	210	8.6
エネルギー線硬化性組成物[e 2]硬化物	110	6.3
エネルギー線硬化性組成物[e 3]硬化物	300	6.6
エネルギー線硬化性組成物[e 4]硬化物	500	24
エネルギー線硬化性組成物[e 5]硬化物	1610	2.8
エネルギー線硬化性組成物[e 6]硬化物	430	8.9
エネルギー線硬化性組成物[e 7]硬化物	1350	3.3
エネルギー線硬化性組成物[e 8]硬化物	120	6.2
ポリウレタン [s 1]	150	400
ポリウレタン [s 2]	15	600
PVC [s 3]	35	350
EVA [s 4]	110	700
ポリアミドエラストマー [s 5]	38	400
ポリエステルエラストマー [s 6]	11	600
変性ポリオレフィン [s 7]	600	500
ポリスチレン[m 1]	2800	3.6
OSPSシート[m 2]	3400	
アクリル樹脂[m 3]	2900	
OPSシート [m 4]	3000	
(参考)		
ガラス	約70000	
鋼	約200000	

## 産業上の利用可能性

本発明の微小ケミカルデバイスは、単純な構造で流路の開閉や流量調節をすることができ、本発明の微小ケミカルデバイスは、デバイス毎に独立した送液ポンプを必要とせず、共通の圧力で原液を供給できるため、多数を同時・並列処理することが容易であり、作業効率の向上が計れる。また、本発明の微小ケミカルデバイスは、一つのケミカルデバイスに複数の流体を流す用途においても、原液を共通の圧力で供給しながら、流路毎の流量を調節することができるため、装置を単純化することができる。更に、本発明は、構造が簡単で、耐圧性が高く、流路断面積が液体圧力に依存せず、且つ生体成分の吸着が少ないバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス及びその流量調節方法を提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 表面に溝を有する部材 (A) の溝が形成された面に、他の部材 (B) が接着され、部材 (A) の溝と部材 (B) で部材 (A) と部材 (B) の接着面に幅 1  
5 ~ 1 0 0 0  $\mu\text{m}$ 、高さ 1 ~ 1 0 0 0  $\mu\text{m}$  の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の 0. 5 ~ 1 0 0 倍、該空隙部の最大高さ／最大幅の比が 1 以下であり、部材 (A) と (B) のいずれか一方が少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率 0. 1 MPa  
10 以上 7 0 0 MPa 未満である軟質素材で形成されており、部材 (A) 及び／又は部材 (B) の外側から空隙部を選択的に圧迫することによって空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

2. 部材 (A) と (B) のいずれか一方が少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率 0. 1 MPa 以上 7 0 0 MPa 未満である軟質素材で形成され  
15 ており、且つ、他方の部材が少なくとも空隙部周辺が引張弾性率 7 0 0 MPa 以上の中硬質素材で形成されている請求項 1 記載の微小ケミカルデバイス。

3. 部材 (A) と部材 (B) の少なくとも一方がシート状部材である請求項 1  
又は 2 に記載の微小ケミカルデバイス。

20

4. その外部から空隙部を圧迫する側の部材の、少なくとも空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が 7 0 0 MPa ~ 1 0 GPa の範囲にある中硬質素材で形成され、且つ厚みが 0. 5 ~ 5 0 0  $\mu\text{m}$  の範囲にあるシート状の部材 (E) が積層された請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

25

5. 空隙部を圧迫する側の部材の空隙部に相対する位置に、凸状構造が設けられている、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

6. 凸状構造を有する部材 (H) が、空隙部を圧迫する側の部材の外側に積層され、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

5 7. 凸状構造を有する部材 (H) が、凸状構造を有するシート状部材である、請求項 6 に記載の微小ケミカルデバイス。

8. 凸状構造を有する部材 (H) が、凸状構造を部材 (B) と反対側に向けて部材 (B) 上もしくは部材 (E) 上に積層され、引張弾性率が 10 MPa～10 GPa の範囲にある素材で形成されており、厚みが 0.5～500  $\mu\text{m}$  の範囲にあることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の微小ケミカルデバイス。

9. 凸状構造が、引張弾性率が 700 MPa 以上である硬質素材で形成されている請求項 5～8 のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

15

10. 引張弾性率が 0.1～700 MPa である軟質素材及び／又は引張弾性率が 700 MPa～10 GPa である中硬質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である請求項 1～9 のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

20 11. エネルギー線硬化性組成物が両親媒性のエネルギー線硬化性化合物を含む請求項 10 に記載の微小ケミカルデバイス。

12. 部材 (B) と部材 (C) が、流路となる欠損部を有する層状の部材 (D) を挟持して互いに接着されることにより、部材 (B) と部材 (C) との間  
25 に、部材 (D) を形成する素材の欠損部として、幅 1～1000  $\mu\text{m}$ 、高さ 1～1000  $\mu\text{m}$  の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管状の流路の幅の 0.5～100 倍、最大高さ／最大幅の比が 1 以下である空隙部を有し、部材 (B) (C) (D) のいずれか 1 つが、少なくとも空隙部に相対す

る部分〔但し、部材（D）に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が0.1 MPa以上700 MPa未満である軟質素材で形成されており、且つ部材（B）（C）（D）のいずれか1つが700 MPa以上の中硬質又は高硬質素材で形成されている、部材（B）側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

13. 部材（B）が、少なくとも空隙部に相対する部分が引張弾性率が0.1 MPa以上700 MPa未満である軟質素材で形成されており、且つ空隙部に相対する部分の厚みの最小値が10～3000  $\mu\text{m}$ である請求項12に記載の微小ケミカルデバイス。

14. 部材（B）が、少なくとも空隙部に相対する部分が引張弾性率が700 MPa～1.0 GPaの範囲にある中硬質素材で形成され、空隙部に相対する部分の厚みの最小値が0.5～500  $\mu\text{m}$ である請求項12に記載の微小ケミカルデバイス。

15. 部材（B）の少なくとも空隙部に相対する部分の外側に、引張弾性率が700 MPa～1.0 GPaの範囲にある中硬質素材で形成され、且つ厚みが0.5～500  $\mu\text{m}$ の範囲にあるシート状の部材（E）が積層された請求項12～14のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

16. 部材（B）の表面の、空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、請求項12～15のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

17. 凸状構造を有する部材（H）が、部材（B）上もしくは部材（E）上に積層され、凸状構造を空隙部側に向けて、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている請求項12～15のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

18. 凸状構造を有する部材（H）が、凸状構造を有するシート状部材である、請求項17に記載の微小ケミカルデバイス。

19. 凸状構造を有する部材（H）が、凸状構造を部材（B）の反対側に向けて部材（B）上もしくは部材（E）上に積層され、凸状構造が空隙部に相対する位置に合わせ部材（B）との位置関係が固定されており、引張弾性率が10MPa～10GPaである素材で形成されており、厚みが0.5～500μmの範囲にある請求項16に記載の微小ケミカルデバイス。

20. 凸状構造が、引張弾性率が700MPa以上である硬質素材で形成されたものである請求項12～19のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

21. 引張弾性率が0.1MPa以上700MPa未満である軟質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である請求項12～20のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

22. 引張弾性率が700MPa～10GPaの範囲にある中硬質素材がエネルギー線硬化性組成物の硬化物である請求項12～21のいずれか一項に記載の微小ケミカルデバイス。

23. エネルギー線硬化性組成物が両親媒性のエネルギー線硬化性化合物を含む請求項21又は22に記載の微小ケミカルデバイス。

24. 表面に溝を有する部材（A）の溝が形成された面に、他の部材（B）が接着され、部材（A）の溝と部材（B）で部材（A）と部材（B）の接着面に幅1～1000μm、高さ1～1000μmの毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の0.5～100倍、該空隙部の最大高さ／最大幅の比が1以下であり、部材（A）と（B）の



いずれもが少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率 $0.1\text{ MPa}$ 以上 $700\text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且部材(A)及び／又は部材(B)の表面の空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、該凸状構造が設けられた部材側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

5

25. 表面に溝を有する部材(A)の溝が形成された面に、他の部材(B)が接着され、部材(A)の溝と部材(B)で部材(A)と部材(B)の接着面に幅 $1\sim1000\mu\text{m}$ 、高さ $1\sim1000\mu\text{m}$ の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に空隙部を有し、該空隙部の幅が毛細管状の流路幅の $0.5\sim100$ 倍、該空隙部の最大高さ／最大幅の比が1以下であり、部材(A)と(B)のいずれもが少なくとも空隙部に相対する部分において引張弾性率 $0.1\text{ MPa}$ 以上 $700\text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且つ凸状構造を有する部材(H)が部材(A)及び／又は部材(B)上、もしくは部材(H)が部材

10 (A)及び／又は部材(B)の外側に設けられた引張弾性率が $700\text{ MPa}\sim10\text{ GPa}$ である中硬質素材で形成された、厚みが $0.5\sim500\mu\text{m}$ のシート状の部材(E)上に積層され、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、凸状構造を有する部材側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

20

26. 部材(B)と部材(C)が、流路となる欠損部を有する層状の部材(D)を挟持して互いに接着されることにより、部材(B)と部材(C)との間に、部材(D)を形成する素材の欠損部として、幅 $1\sim1000\mu\text{m}$ 、高さ $1\sim1000\mu\text{m}$ の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管

25 状の流路の幅の $0.5\sim100$ 倍、最大高さ／最大幅の比が1以下である空隙部を有し、部材(B)(C)(D)のいずれもが、少なくとも空隙部に相対する部分〔但し、部材(D)に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が $0.1\text{ MPa}$ 以上 $700\text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且つ部材(B)の表面

の空隙部に相対する位置に凸状構造が設けられた、部材（Ｂ）側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

- 5 27. 部材（Ｂ）と部材（Ｃ）が、流路となる欠損部を有する層状の部材（Ｄ）を挟持して互いに接着されることにより、部材（Ｂ）と部材（Ｃ）との間に、部材（Ｄ）を形成する素材の欠損部として、幅 $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ 、高さ $1 \sim 1000 \mu\text{m}$ の毛細管状の流路が形成されており、該流路の途上に、幅が毛細管状の流路の幅の $0.5 \sim 100$ 倍、最大高さ／最大幅の比が $1$ 以下である空隙部  
10 を有し、部材（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）のいずれもが、少なくとも空隙部に相対する部分〔但し、部材（Ｄ）に関しては空隙部の周辺部〕が引張弾性率が $0.1 \text{ MPa}$ 以上 $700 \text{ MPa}$ 未満である軟質素材で形成されており、且つ凸状構造を有する部材（Ｈ）が部材（Ｂ）上、もしくは部材（Ｂ）の外側に設けられた引張弾性率が $700 \text{ MPa} \sim 10 \text{ GPa}$ である中硬質素材で形成された、厚みが $0.5 \sim 5$   
15  $00 \mu\text{m}$ のシート状の部材（Ｅ）上に積層され、凸状構造を空隙部に相対する位置に固定されている、部材（Ｂ）側から空隙部が圧迫されて空隙部の容積が可逆的に減少可能なバルブ機能を有する微小ケミカルデバイス。

28. 請求項 $1 \sim 27$ のいずれか一つに記載の微小ケミカルデバイスの空隙部  
20 をその外部から選択的に圧迫することにより、微小ケミカルデバイス内の空隙部の容積を可逆的に減少せしめて、空隙部を通過する流体流量を調節する微小ケミカルデバイスの流量調節方法。

29. 空隙部をその外部から選択的に圧迫することにより、空隙部を通過する  
25 流体流量をゼロにすることが出来る請求項 $28$ に記載の微小ケミカルデバイスの流量調節方法。

1/5

図 1 A

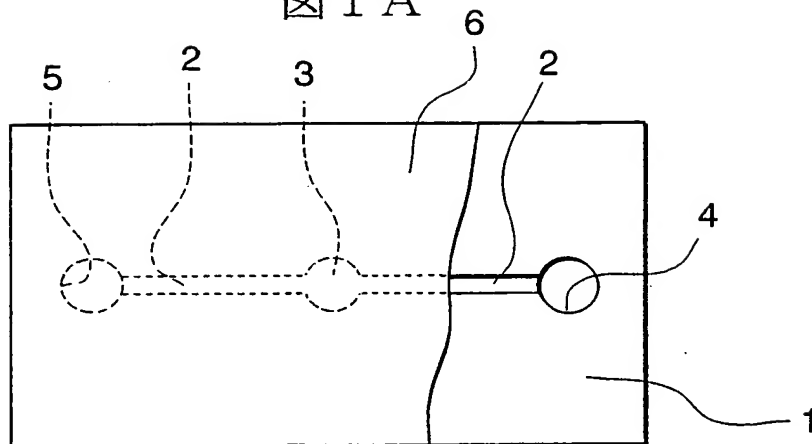


図 1 B

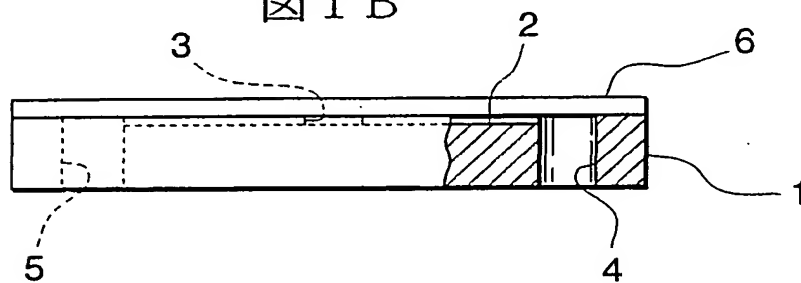


図 2

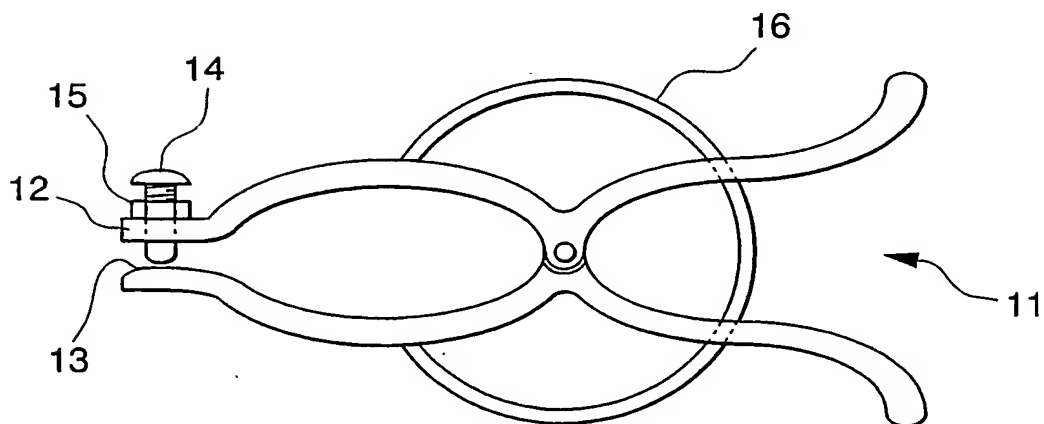


图 3

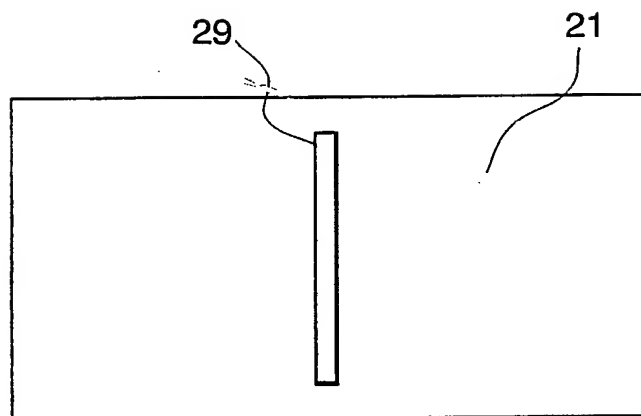
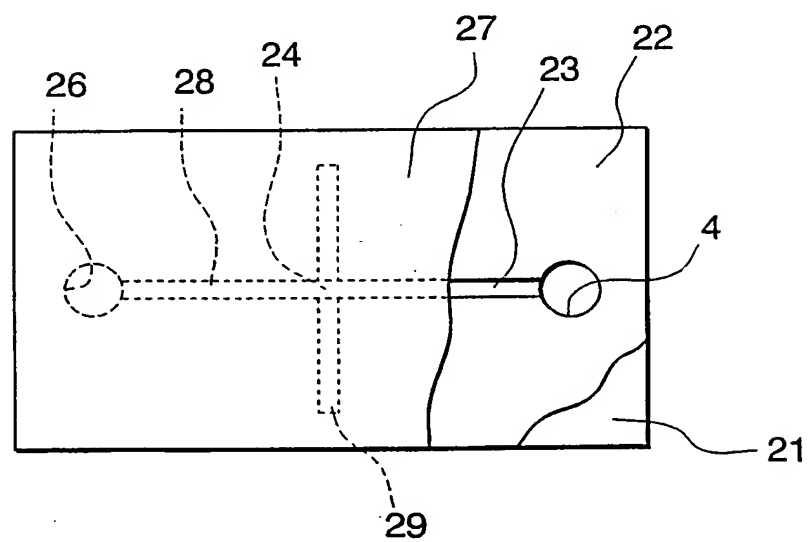


図 4



3/5

図 5 A

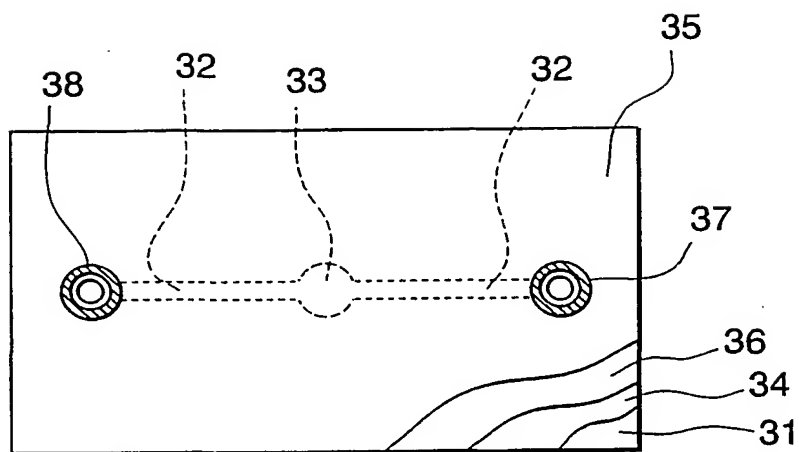
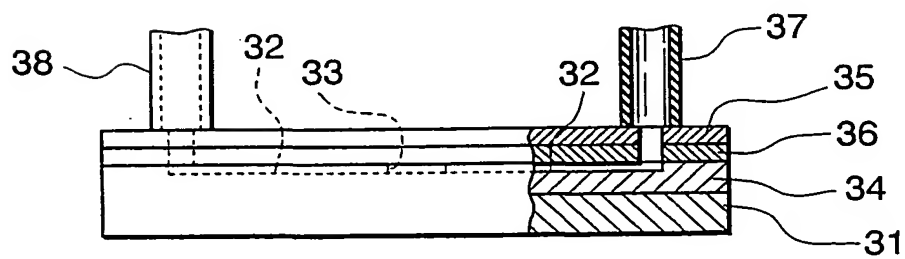


図 5 B



4/5

図 6 A

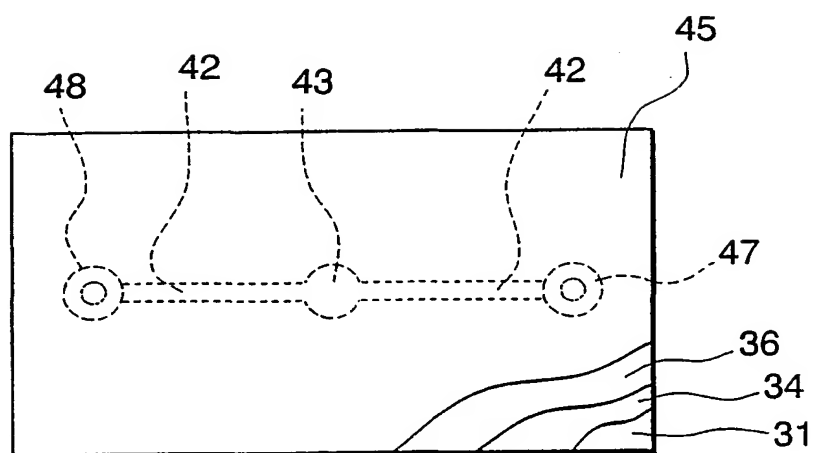
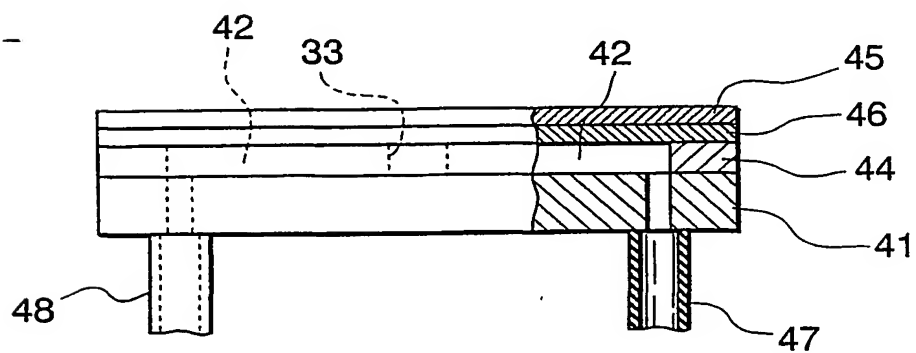


図 6 B



5/5

図 7 A

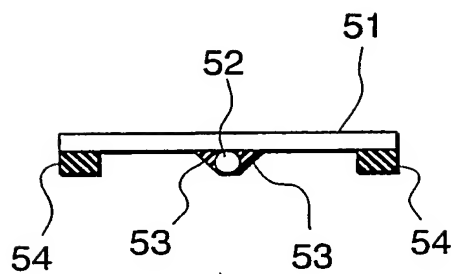


図 7 B

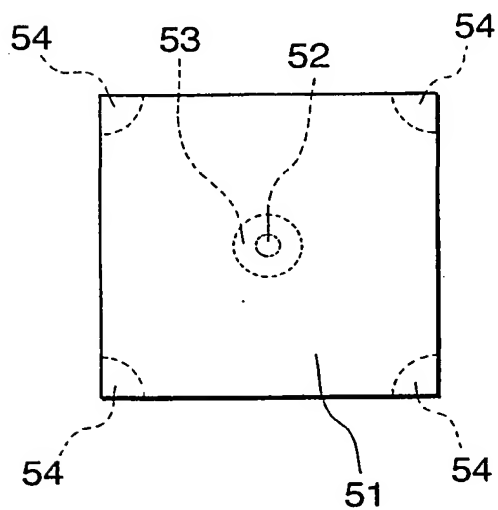
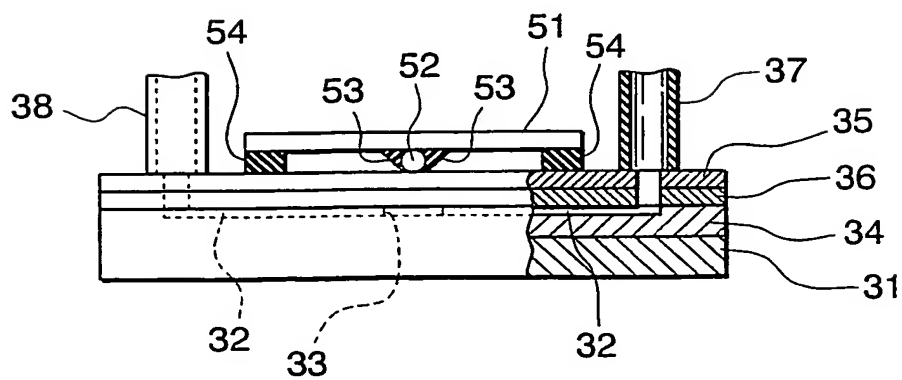


図 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01563

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B01J19/00, B01J4/00, C12M1/00, C01N31/20, G01N37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B01J19/00, B01J4/00, C12M1/00, G01N31/20, G01N37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI (DIALOG)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PA	JP, 2000-262871, A (Zaidan Hojin Kawamura Rikagaku Kenkyusho), 26 September, 2000 (26.09.00), Claims; Par. Nos. [0030] to [0118] (Family: none)	1~29
A	WO, 97/22825, A1 (NEUKERMANS, Armand. P.), 26 June, 1997 (26.06.97), Full text & EP, 862708, A & JP, 2000-508058, A	1~29
A	US, 4233029, A (Eastman Kodak Company), 11 November, 1980 (11.11.80), Full text & EP, 10456, A & JP, 55-59326, A	1~29
A	US, 5885470, A (Caliper Technologies Corporation), 23 May, 1999 (23.05.99), Full text & WO, 98/46438, A1 & EP, 975474, A	1~29

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 May, 2001 (22.05.01)

Date of mailing of the international search report  
29 May, 2001 (29.05.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01563

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO, 95/26796, A1 (Chemical Synthesizers, Inc.), 12 October, 1995 (12.10.95), Full text & US, 5580523, A & EP, 754084, A & JP, 10-501167, A	1~29

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	EP, 10456, A & JP, 55-59326, A	
A	US, 5885470, A (Caliper Technologies Corporation) 23. 5月. 1999 (23. 5. 99) 全文 & WO, 98/46438, A1 & EP, 975474, A	1~29
A	WO, 95/26796, A1 (CHEMICAL SYNTHESIZERS, INC) 12. 10月. 1995 (12. 10. 95) 全文 & US, 5580523, A & EP, 754084, A & JP, 10-501167, A	1~29

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01J19/00, B01J4/00, C12M1/00, G01N31/20,  
G01N37/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> B01J19/00, B01J4/00, C12M1/00, G01N31/20,  
G01N37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	JP, 2000-262871, A (財団法人川村理化学研究所) 26. 9月. 2000 (26. 09. 00) 【特許請求の範囲】, 【0030】～【0118】 (ファミリーなし)	1～29
A	WO, 97/22825, A1 (NEUKERMANS, Arma nd. P.) 26. 6月. 1997 (26. 06. 97) 全文 & EP, 862708, A & JP, 2000-508058, A	1～29
A	US, 4233029, A (Eastman Kodak Com pany) 11. 11月. 1980 (11. 11. 80) 全文 &	1～29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 05. 01

国際調査報告の発送日

29.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新居田 知生

4Q

8618

電話番号 03-3581-1101 内線 6422

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**